Д. В. Колесов, Р. Д. Маш, И. Н. Беляев



БИОЛОГИЯ

Человек

8





Д. В. Колесов, Р. Д. Маш,
И. Н. Беляев



БИОЛОГИЯ

Человек

Учебник

Рекомендовано
Министерством
образования и науки
Российской Федерации

7-е издание, исправленное





Москва





2019



Как работать с учебником

Прежде чем приступить к изучению курса, познакомьтесь с его содержанием и структурой по оглавлению, уясните структуру параграфа.

Перед началом чтения текста параграфа познакомьтесь с вопросами, стоящими после его названия, и вспомните объяснения учителя в классе. Затем прочитайте текст, ответьте на вопросы и выполните задания. В случае затруднения уточните материал по тексту учебника.

В учебнике даны материалы для проведения опытов и наблюдений, лабораторные работы, эксперименты и функциональные пробы, описаны наиболее опасные болезни и травмы, а также меры доврачебной помощи. Многие задания можно использовать для тренировки внимания, памяти, наблюдательности.

Дополнительный материал выделен мелким шрифтом. В конце каждой главы дано краткое обобщение изученного материала под рубрикой «Основные положения главы».

Работая с учебником, постоянно оценивайте свои достижения. Довольны ли вы ими? Что нового вы узнаёте при изучении новой темы? Как могут пригодиться вам эти знания в повседневной жизни? Если какой-то материал покажется вам сложным, обратитесь за помощью к учителю или воспользуйтесь справочной литературой и ресурсами Интернета. Дополнительную информацию по темам курса вы можете найти на сайтах: http://gotourl.ru/563/ (Единая коллекция Цифровых Образовательных Ресурсов), http://gotourl.ru/564/ (Медицин-

ская информационная сеть), http://www.gotourl.ru/565/ (История медицины), http://gotourl.ru/566/ (Современная биология, научные обзоры, новости науки), http://gotourl.ru/567/ (База знаний по биологии человека).

Материал этих сайтов вам пригодится и для проектно-исследовательской деятельности. Предлагаем вам примерную тематику проектов.

1. Экологически грамотный потребитель товаров: упаковки, штрихкоды, индексы пищевых добавок, этикетки на одежде и др.

2. Определение содержания основных витаминов в суточном рационе, сопоставление с нормативами.

3. Определение количества минеральных солей в суточном рационе, сопоставление с нормативами.

4. Определение нитратов в продуктах питания.

5. Составление пищевых рационов в зависимости от энергозатрат организма.

6. Определение индивидуального среднесуточного потребления белков, жиров, углеводов (в том числе по приёмам пищи), сопоставление с нормативами.

7. Изучение зависимости частоты дыхания от состояния организма.

8. Кожа: типирование, уход, возрастные изменения, заболевания, улучшение состояния.

9. Оценка собственного образа жизни: привычек, здоровья, степени физической подготовки, правильности питания.

10. Определение объёма памяти, объёма внимания.

11. Разработка и проведение социологического опроса разных групп населения по проблеме их отношения к собственному здоровью.

12. Биоритмы как основа рациональной организации порядка человека. Определение индивидуального ритма работоспособности.

13. Составление рациональных режимов дня для людей различных возрастных групп.

Желаем вам успехов в изучении биологии!



Оглавление

Глава 5
Внутренняя среда организма

Глава 6
Кровеносная и лимфатическая системы

Глава 7
Дыхание

Глава 12
Анализаторы. Органы чувств

Глава 13
Высшая нервная деятельность. Поведение. Психика

Глава 14
Эндокринная система

Глава 15
Индивидуальное развитие организма

Введение

Человек в ряду живых существ. Как и все живые организмы, человек рождается и умирает, питается и дышит, воспроизводит потомство. Его тело имеет клеточное строение, а каждая клетка состоит из множества сложных и простых молекул, среди которых большое значение имеют молекулы органических веществ, в первую очередь белков.

Вода, пища, кислород воздуха, комфортная температура среды, безопасность — естественные потребности каждого живого существа, в том числе и человека. Нередко эти потребности называют базовыми, жизненно необходимыми.

Всё человечество относится к единому биологическому виду — Homo sapiens (Человек разумный), но этот вид значительно отличается от всех других. Человек обладает сознанием и способен к труду. Трудовая деятельность позволила намного расширить пищевую базу, создать одежду, жилища, улучшить быт. Использование угля, нефти, электричества и других видов энергии дало возможность не только обеспечить людей теплом и горячей пищей, но и создать современный транспорт. Возникшая в начале человеческой истории устная речь в дальнейшем пополнилась изобретением письменности, средствами звуко- и видеозаписи, телефоном, телевидением. Успехи медицины заставили отступить многие болезни.

Понятно, что одному человеку не под силу справиться со всем этим сложным хозяйством. Он выполняет лишь небольшую часть общей работы, получая вознаграждение за свой труд. Это позволяет ему использовать то, что со-

здано трудом других людей. Распределение общественных благ определяет уровень жизни человека.

Улучшение условий жизни увеличило её продолжительность (в среднем от 25 до 70 лет). Но успехи цивилизации принесли с собой многочисленные издержки: загазованность атмосферы, появление пищевых продуктов, содержащих нитраты и другие вредные вещества. Кроме того, не все люди ведут здоровый образ жизни: их здоровью вредят недостаток двигательной активности, табак, алкоголь, наркотики. Вследствие этого перед каждым человеком встала проблема выбора: как правильно жить, чтобы возможно дольше сохранить здоровье и работоспособность. Для того чтобы её решить, необходимо знать, как устроен наш организм, как он функционирует, что для него полезно, а что вредно. На эти вопросы и попытается ответить наш курс.



Глава 1

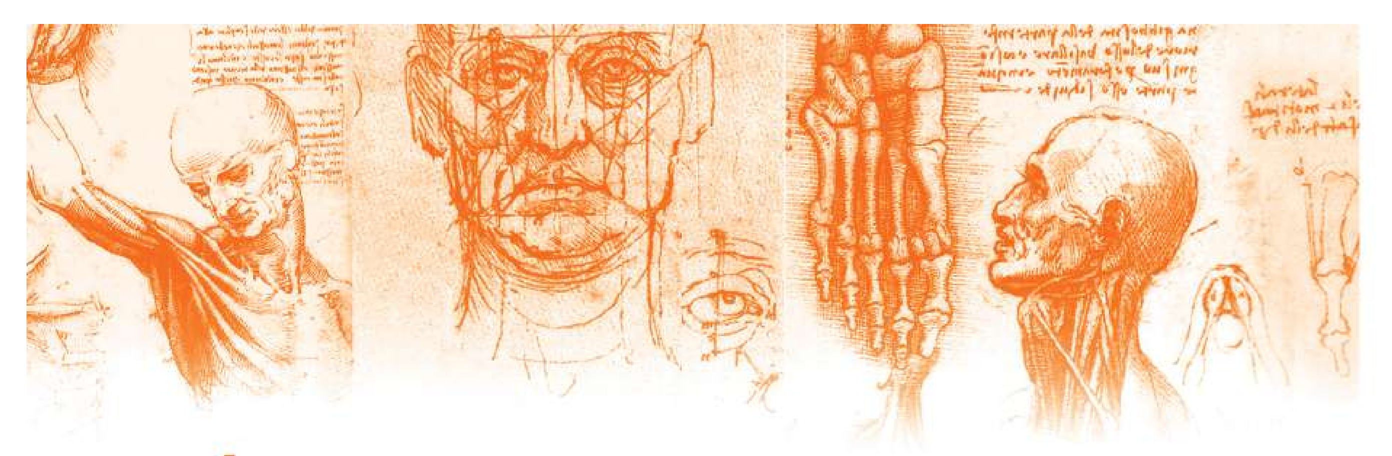
Науки, изучающие организм человека

Из этой главы вы узнаете

- о становлении наук, изучающих природу человека и охрану его здоровья;
- о методах анатомии, физиологии, психологии и гигиены

Вы научитесь

- использовать методы науки для решения возникающих проблем;
- при необходимости выбирать для консультации нужных специалистов



§ 1. Науки о человеке. Здоровье и его охрана

1. **Как изучают строение и функции человеческого организма?**
2. **Почему опыты на животных позволяют лучше понять функции организма человека?**
3. **Что такое психология?**
4. **Что такое здоровье? Как его сохранить?**

Анатомия человека изучает строение человеческого тела и его органов. Название этой науки происходит от латинского слова «анатомэ» — «рассечение». Вскрытие умерших людей — наиболее древний метод изучения строения организма человека.



Однако в настоящее время строение организма можно изучать и прижизненно. Рентгеноскопия, ультразвуковое исследование, магнитно-резонансная томография и многие другие методы позволяют не только детально изучать строение органов, но и обнаруживать малейшие отклонения в их состоянии, что необходимо при диагностике заболеваний (рис. 1).

Анатомия изучает не только внутреннее строение человека, но и его телосложение, то есть пропорции, размеры и формы тела и его частей, а также особенности развития костной, жировой и мышечной тканей.

Анатомические названия едины для всех стран. Они даются на национальном и латинском языках. Употребление латинских названий предусмотрено Международной анатомической номенклатурой.

Органы на таблицах анатомического атласа обычно рисуют так, как они расположены у человека, обращённого к нам лицом. Поэтому органы, находящиеся у чело-

века справа, на рисунках изображены слева, то есть зеркально. Соответственно органы, находящиеся у человека слева, на таблице изображаются с правой стороны.

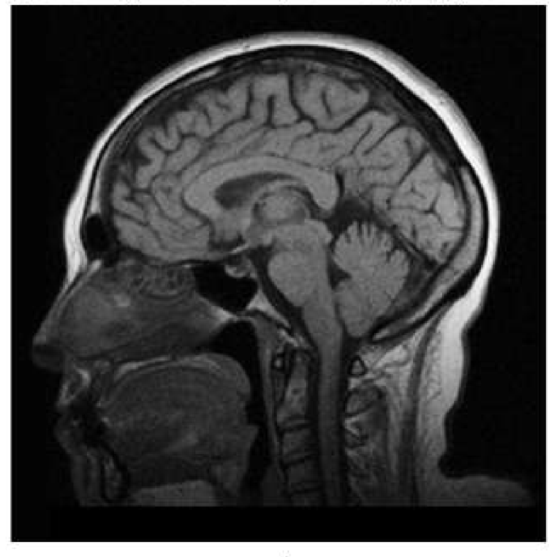
Физиология человека — наука, изучающая функции человеческого организма и его органов и механизмы их регуляции. Её название происходит от греческого слова «физис» — «природа». Основу физиологических методов составляют наблюдения за здоровыми и больными людьми и эксперименты на животных.

Совершенствуются лабораторные методы изучения крови, слюны, мочи и других веществ, образующихся в процессе жизнедеятельности.

Современные приборы позволяют по электрической активности органов судить о работе сердца, мозга, сосудов и других органов и проводить измерения, приближая физиологию к точным наукам.

Электроэнцефалограф позволяет оценить электрическую активность различных отделов головного мозга.

- Наряду со сложными инструментальными методами существуют и более простые, позволяющие оценивать работоспособность и тренированность человека. Это функциональные пробы. Человеку дают дозированную нагрузку, например присесть 20 раз. При этом регистрируют изменения работы его сердечной



А



Б

Рис. 1. Магнитно-резонансная томография головного мозга (А) и коленного сустава (Б)

мышцы. Зная норму, каждый человек может определить, соответствуют ли ей его личные показатели.

Психология — наука, изучающая общие закономерности психических процессов и индивидуально-личностные свойства человека. Её название происходит от греческого слова «психо» — «душа». Каждый человек отражает явления внешнего мира по-своему, определяет их ценность в зависимости от своих индивидуальных потребностей. У каждого складывается свой *субъективный* (присущий только ему одному) *внутренний мир*. Каждый строит свои взаимоотношения с другими людьми согласно своим убеждениям, сам определяет свои поступки и оценивает их. Вся эта сложная работа составляет душевную деятельность человека, его *психику*. Она включает в себя восприятие, представление, мышление, память, волю, чувства, переживания и индивидуальные особенности людей: характер, способности, интересы.

Психология пользуется методами, присущими любой науке: наблюдениями, экспериментами, измерениями. Важное значение имеет также *самонаблюдение*, поскольку о собственных переживаниях может рассказать только сам человек. Самонаблюдение — *субъективный* метод исследования. Но если разные люди описывают свои мысли и переживания одинаково, можно сделать вывод о наличии определённой закономерности.

Гигиена (от греч. «гигиенос» — здоровый) — отрасль медицины, изучающая влияние природной среды, труда и быта на организм человека с целью разработки мероприятий по *охране здоровья людей*.

Существуют различные направления гигиены, например школьная, производственная, гигиена сельскохозяйственного труда и т. д. Как и другие науки, гигиена использует наблюдение, измерение, эксперимент, а также моделирование и статистику.

Изучение факторов природной среды требует применения *физических, химических* и *биологических методов*: определяют температуру и состав воды и воздуха, химический состав почвы, продуктов питания, вещей и строений, уровень радиации, степень загрязнения различных объектов.

Физиологические гигиенические наблюдения позволяют определить, как человек приспосабливается к факторам среды. Эти сведения нужны для создания средств защиты и разработки методов тренировки, позволяющих быстрее приспособиться к неблагоприятным условиям.

Клинические гигиенические наблюдения выявляют причины заболеваний, общих для многих людей. Так, исследования врачей-стоматологов привели к выводу, что быстрое разрушение зубов может быть связано с недостатком фтора в питьевой воде. В результате была разработана специальная фторсодержащая зубная паста.

На основе перечисленных выше методов разрабатываются санитарные нормы, необходимые для здорового образа жизни людей, безопасные условия для их деятельности. В каждом более или менее крупном населённом пункте имеются подразделения Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Роспотребнадзор), контролирующие соблюдение этих норм.

Здоровье и его охрана. Одной из самых важных ценностей человека является его здоровье. Согласно определению Всемирной организации здравоохранения, *здоровье* — это состояние полного физического, душевного и социального благополучия, а не только отсутствие болезней. Многие люди считают, что охрана их здоровья — это задача медицины. Однако никакие современные достижения не вернут здоровье, если человек не научится его беречь сам. Каждый человек должен заботиться о своём здоровье.

Для того чтобы быть здоровым и хорошо себя чувствовать, надо знать особенности строения и жизнедеятельности своего организма и выполнять определённые правила. Изучая строение и работу органов человека, вы познакомитесь с ними. Важнейшими *факторами, сохраняющими здоровье*, являются физическая активность и закаливание организма. Соблюдение режима дня, правильное чередование труда и отдыха позволяют организму разумно распределять и восстанавливать свои силы. Сбалансированное качественное питание — важный фактор сохранения здоровья. Укрепляют наше здоровье соблюдение правил гигиены, чистота тела, одежды

и помещения. Важным здоровьесберегающим методом является *аутотренинг* — способ восстановления эмоционального равновесия, особая методика самовнушения в сочетании с мышечным расслаблением. Аутотренинг помогает быстро снять излишнюю нервно-мышечную напряжённость, волнение, проявление неврозов, головные боли, позволяет управлять настроением, мобилизовать все душевные и физические силы на достижение поставленной цели.

Факторы, нарушающие здоровье, по-другому их называют *факторами риска*, — это инфекции и отравления, переохлаждение и перегрев организма, недостаток движения, неправильное питание, травмы, употребление алкоголя и наркотиков, а также курение. Для сохранения здоровья необходимо полностью отказаться от всех вредных привычек.

Физическое состояние человека в значительной степени зависит также от его психического состояния, от умения преодолевать конфликтные ситуации и формировать гармоничные отношения с другими людьми.

АНАТОМИЯ, ФИЗИОЛОГИЯ, ПСИХОЛОГИЯ, ГИГИЕНА; ЗДОРОВЬЕ, ФАКТОРЫ, СОХРАНЯЮЩИЕ ЗДОРОВЬЕ; ФАКТОРЫ РИСКА.

Задания

1. Составьте и заполните таблицу «Науки, изучающие человека». Для заполнения столбца «Предмет изучения» используйте предложенные ниже варианты формулировок:
   а) строение человека и его органов;
   б) функции человеческого организма;
   в) духовная деятельность человека;
   г) влияние природной среды, быта и труда на здоровье человека с целью охраны здоровья населения.
2. Используя дополнительную литературу и интернет-ресурсы, подготовьте сообщение или презентацию о современных методах исследования человека.
3. Вместе с учителем и одноклассниками организуйте экскурсию на местную СЭС. Подготовьте вопросы, ответы на которые вы хотели бы получить в ходе этой экскурсии. Составьте отчёт.
4. Объясните, почему факторы, нарушающие здоровье, называют факторами риска.

§ 2. Становление наук о человеке

1. **Что вам известно о древней греко-римской культуре?**
2. **С какими именами она связана?**
3. **Почему эпоха Возрождения получила такое название?**

Людей всегда интересовали проблемы жизни и смерти, способы борьбы с недугами, сохранение здоровья и долголетия, отличие живого от неживого. Вначале считалось, что здоровьем человека, его поступками, жизнью и смертью управляют боги. Но уже на рубеже VI и V вв. до н. э. греческий мыслитель Гераклит (конец VI — начало V в. до н. э.) высказал мысль, что организмы развиваются по законам природы и, познав их, можно использовать эти законы на благо людей. Гераклит считал, что мир непрерывно меняется. Ему принадлежит крылатая фраза: «В одну и ту же реку нельзя войти дважды!»

Великий греческий мыслитель Аристотель (384—322 до н. э.) много лет занимался сравнением органов животных и человека, изучал их развитие. Он обратил внимание на то, что любое живое существо отличается от неживых тел чёткой и строгой организацией. Именно он ввёл термин «организм», происходящий от слова «организация».

Аристотель первым из мыслителей понял, что душевная деятельность человека есть свойство его тела и существует до тех пор, пока живёт тело. Теперь мы знаем, что душевная деятельность связана со свойством мозга получать, обрабатывать и использовать информацию для удовлетворения потребностей организма. Жизнь любого существа невозможна без информации о состоянии окружающей среды.

Для развития медицины и гигиены много сделал известный медик Античности Гиппократ (ок. 460 — ок. 377 до н. э.). Он одним из первых стал изучать влияние на здоровье людей природных факторов: воды, пищи, земли, на которой выращивают продукты, температуры

и влажности воздуха. Ему удалось найти причины болезней, в которых виноваты сами люди.

Продолжателем идей Гиппократа был известный римский врач Клавдий Гален (130—200 н. э.). Он вскрывал домашних и диких животных и тщательно описывал их органы. Подробно изучив строение костей, мышц и суставов обезьяны, Гален предположил, что человек устроен сходным образом. Галену принадлежат многие работы о функциях органов.

Изучение человека в эпоху Возрождения. Идеология, сложившаяся в Средневековье, мало способствовала развитию науки. Пробуждение началось лишь в XIV—XVII вв. н. э. Этот период вошёл в историю под названием Возрождение. Большой вклад в изучение человека был сделан великим итальянским художником и учёным Леонардо да Винчи (1452—1519). Он тщательно изучал, описывал и зарисовывал строение тела человека. При этом

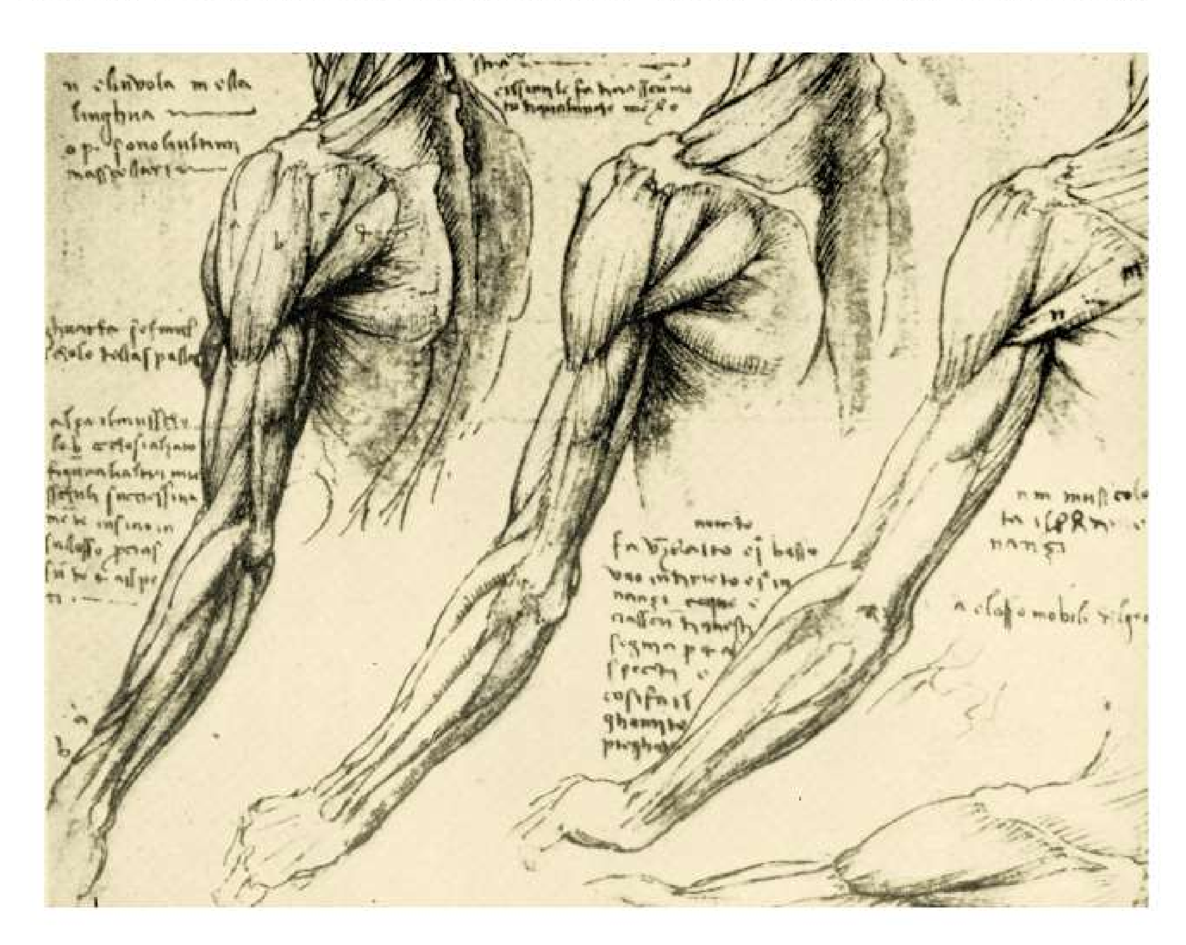


Рис. 2. Анатомические рисунки Леонардо да Винчи

каждую его часть он изображал с разных сторон, что давало возможность воспринимать орган в разных ракурсах (рис. 2).

Анатомические рисунки выполнялись и другим великим итальянским художником — **Рафаэлем Санти** (1483—1520). Он считал, что для правильного изображения человека надо знать расположение костей его скелета в той или иной позе.

Большой вклад в медицинскую науку был сделан бельгийцем **Андреасом Везалием** (1514—1564), учившимся во Франции и преподававшим в Италии. Он точно описал и с помощью учеников-художников изобразил внутренние органы человеческого тела и скелет (рис. 3). В частности, он установил, что левый и правый желудочки человеческого сердца не сообщаются между собой.



Рис. 3. Скелет стоящего человека (из сочинения Везалия)

Однако решающий вклад в понимание основных законов движения крови был сделан английским учёным Уильямом Гарвеем (1587—1657), открывшим два круга кровообращения: малый и большой.

Заслуга Гарвея состояла и в том, что он впервые применил экспериментальные методы для решения физиологических проблем.

Огромное значение для развития физиологии имело открытие рефлекса, сделанное французским философом Рене Декартом в первой половине XVII столетия. Впоследствии оно было развито трудами русских учёных Ивана Михайловича Сеченова (1829—1905) и Ивана Петровича Павлова (1849—1936).

Развитие анатомии, физиологии и гигиены с начала XIX в. до наших дней. Этот период ознаменовался большими открытиями. Изобретение оптического, а затем и электронного микроскопа позволило изучить строение клеток и тканей на субмолекулярном уровне; создание электронных приборов дало возможность установить природу нервного импульса — сигнала, передающего информацию по нервным каналам связи; проникнуть в тайны работы мозга. Успехи экспериментальной гигиены позволили найти надёжные методы борьбы с инфекционными болезнями и искоренить многие из них.

Медикам и химикам удалось разработать целый класс эффективных лекарств, в том числе антибиотиков, и победить многие опасные болезни. Успехи в области иммунологии — науки о защитных силах организма — позволили создать эффективные предупредительные прививки против ряда опасных инфекционных болезней. Большой вклад в развитие науки об иммунитете был сделан французским учёным Луи Пастером и нашим соотечественником Ильёй Ильичом Мечниковым. Благодаря развитию иммунологии и хирургической техники стали возможны операции по пересадке органов.

ГЕРАКЛИТ, АРИСТОТЕЛЬ, ГИППОКРАТ, КЛАВДИЙ ГАЛЕН, ЛЕОНАРДО ДА ВИНЧИ, РАФАЭЛЬ САНТИ, АНДРЕАС ВЕЗАЛИЙ, УИЛЬЯМ ГАРВЕЙ, ЛУИ ПАСТЕР, ИЛЬЯ МЕЧНИКОВ.

Вопросы

1. Как представлял Гераклит происходящие в природе процессы?
2. Кому из учёных принадлежит термин «организм»? Какое свойство живой природы было отмечено в этом названии?
3. Как решал Аристотель проблему души и тела?
4. Кто из античных философов впервые заинтересовался проблемами гигиены и охраны здоровья?
5. Чем вы можете объяснить, что Средние века явились периодом застоя в изучении человека, его строения и особенностей жизнедеятельности?
6. Какой вклад в науку о кровообращении внесли Везалий и Гарвей?
7. Как отразились успехи техники на развитии анатомии, физиологии и медицины?

Задания

1. Систематизируйте знания, полученные из этого параграфа. Составьте и заполните таблицу «Учёные и их достижения в изучении человека».
2. Используя дополнительную литературу и интернет-ресурсы, подготовьте сообщение или презентацию о современных достижениях медицины или фармакологии — науки о лекарственных веществах и их действии на организм.

Основные положения главы 1

Строение тела и органов изучает анатомия, функции — физиология, общие закономерности психических процессов, индивидуально-личностные свойства и поведение человека — психология. Изучением влияния природных условий, труда и быта на организм занимается гигиена. Она разрабатывает методы охраны и поддержания здоровья.

Здоровье человека — одна из самых важных ценностей. Согласно определению ВОЗ, здоровье — это состояние полного физического, душевного и социального благополучия.

Важнейшими факторами, сохраняющими здоровье, являются физическая активность, закаливание организма, соблюдение режима дня и правил гигиены, сбалансированное качественное питание.

Факторы, нарушающие здоровье, или факторы риска, — это инфекции и отравления, переохлаждения и перегрев организма, недостаток движения, неправильное питание, вредные привычки.

Науки о строении и функциях человеческого тела возникли ещё в античные времена в связи с потребностями медицины. Они успешно развивались в трудах Аристотеля, Гиппократа, Везалия, Гарвея. Развитие этих наук в наши дни во многом связано с совершенствованием техники и технологий.



Глава 2

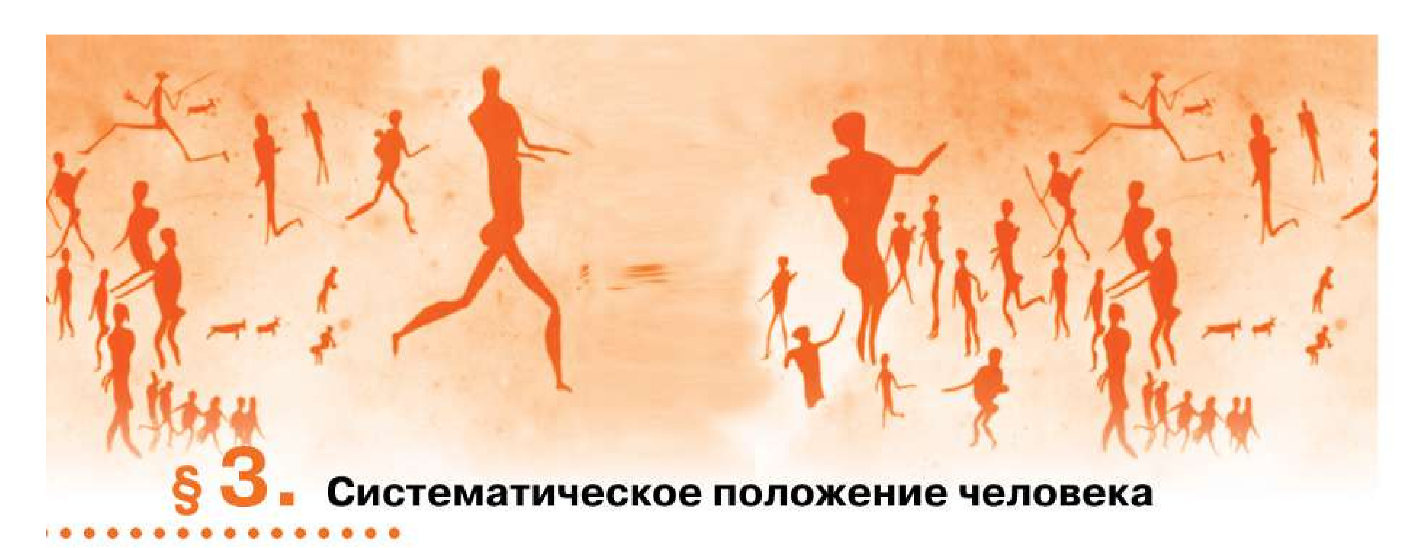
Происхождение человека

Из этой главы вы узнаете

- о строении и жизни древнейших, древних и первых современных людей;
- о становлении рас и народностей

Вы научитесь

- использовать сравнительно-анатомические, физиологические и эмбриональные методы для доказательства родства живых организмов;
- выделять существенные признаки организма человека



§ 3. Систематическое положение человека

Какие систематические таксоны вам известны? Что они отражают?

Положение человека в системе животного мира. Таксоны — это систематические группы организмов, связанные той или иной степенью родства, поэтому анализ систематического положения вида Человек разумный поможет нам получить первые представления о его происхождении.



Человек относится к типу хордовых, подтипу позвоночных, классу млекопитающих, отряду приматов, семейству гоминид, роду Человек (Homo), виду Человек разумный (Homo sapiens).

Как у всех хордовых, у человека на ранних стадиях эмбрионального развития глотка пронизана жаберными щелями, осевой скелет представлен хордой, над которой формируется нервная трубка, а под хордой закладывается кишечник.

Как у всех позвоночных, у человека основой внутреннего скелета является позвоночник. Кровеносная система замкнутая. Нервная система дифференцируется на спинной и головной мозг, на периферии находятся нервы, нервные узлы.

Как представитель класса млекопитающих, человек имеет грудобрюшную преграду — диафрагму, участвующую в дыхании. Она разделяет полость тела на грудную и брюшную (рис. 4, 5).

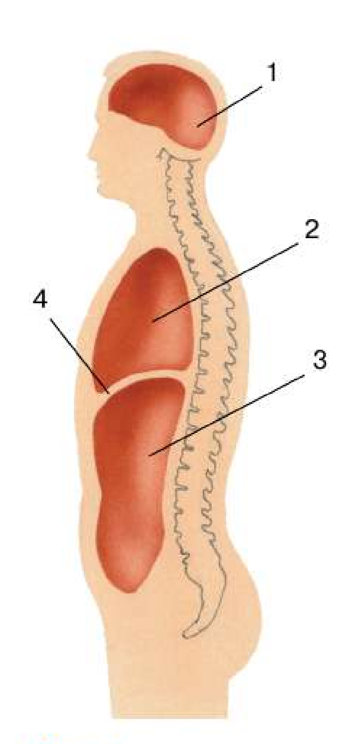


Рис. 4. Полости тела и черепа:
1 — полость черепа;
2 — грудная полость;
3 — брюшная полость;
4 — диафрагма

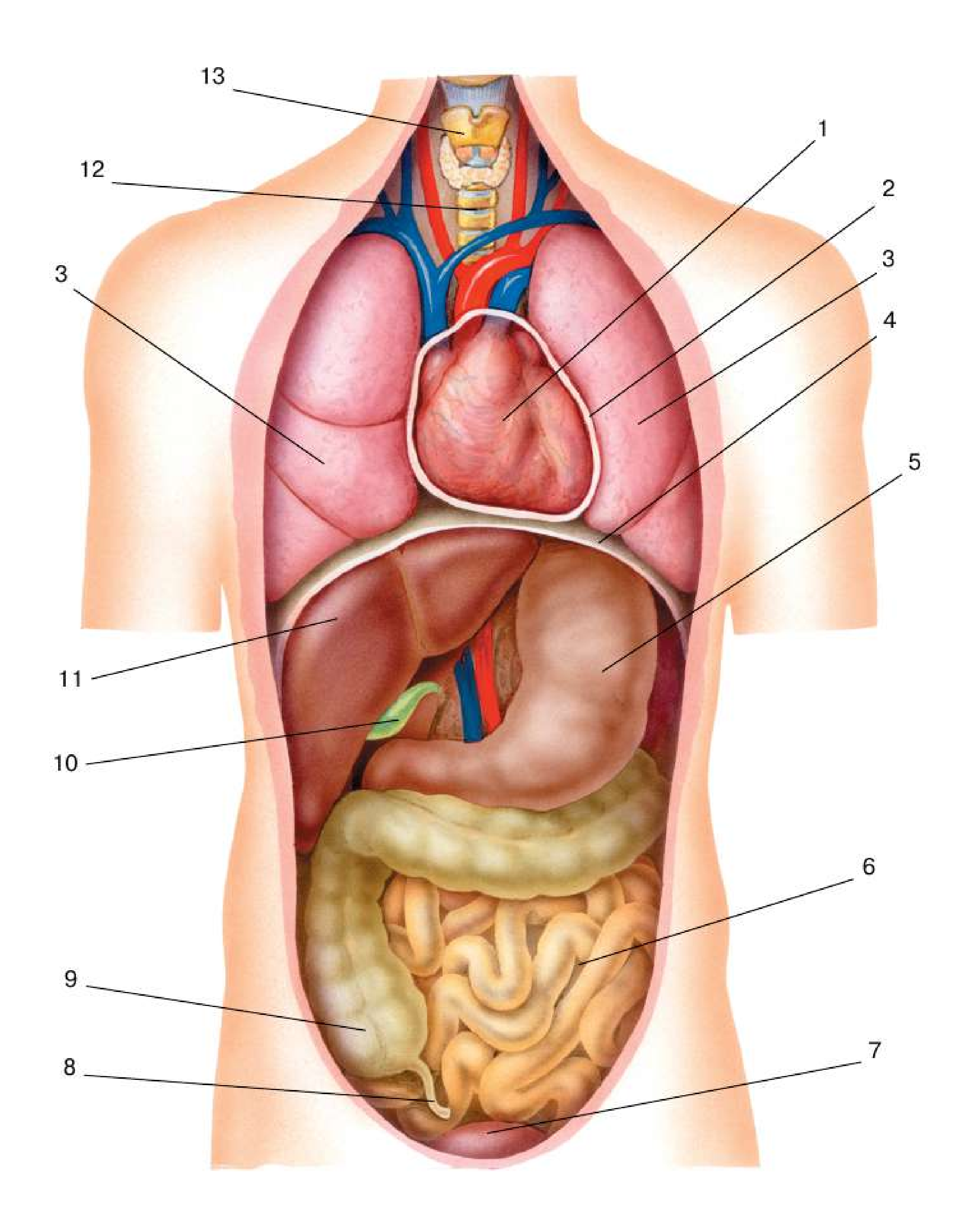


Рис. 5. Внутренние органы:
1 — сердце с сосудами; 2 — околосердечная сумка; 3 — лёгкие; 4 — диафрагма;
5 — желудок; 6 — тонкая кишка; 7 — мочевой пузырь; 8 — аппендикс;
9 — толстая кишка; 10 — желчный пузырь; 11 — печень; 12 — трахея; 13 — гортань

Лёгкие млекопитающих состоят из многочисленных лёгочных пузырьков — альвеол, в которых происходит газообмен. Тело имеет постоянную высокую температуру. Сердце четырёхкамерное. Женские особи млекопитающих вынашивают плод в матке и после рождения выкармливают детёныша молоком, которое образуется в молочных железах.

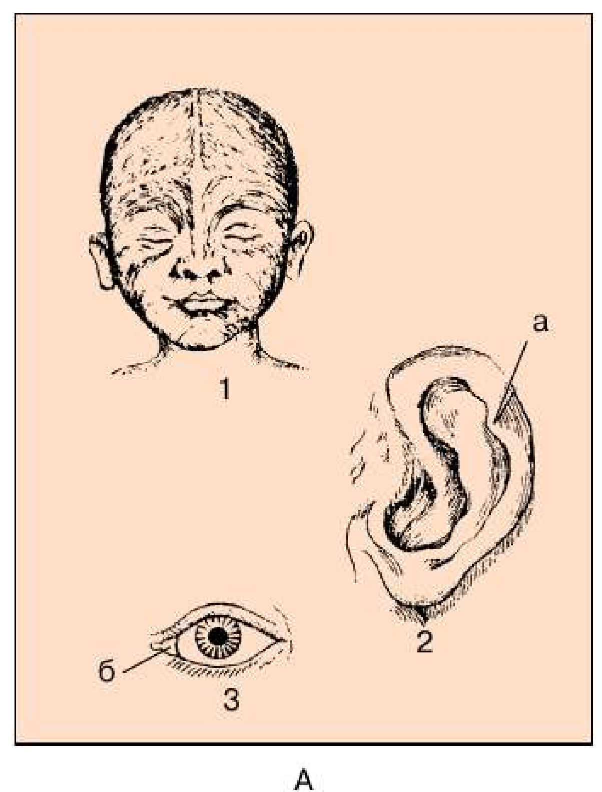
Как у всех приматов, у человека есть ключица, на пальцах плоские ногти, а не когти, большой палец противопоставлен всем остальным.

Семейство гоминид, кроме человека, включает человекообразных обезьян: гиббона, орангутана, гориллу, шимпанзе. У них имеется большое сходство с человеком в генетическом материале (например, 90% генов шимпанзе идентично генам человека). Обезьяны и люди болеют многими одинаковыми болезнями.

К роду Человек, помимо ныне существующего вида, относятся и вымершие формы. Современный человек отличается от других гоминид развитым мозгом, речью, прямохождением. У обезьян хватательную функцию в равной степени сохранили и ноги, и руки. Хватательная функция человеческой руки чрезвычайно усовершенствована, а ноги её утратили и теперь выполняют только опорную функцию. Пальцы ног стали короче, зато появились своды стопы. С прямохождением связано и возникновение изгибов позвоночника. Благодаря этим изменениям происходит ослабление сотрясений, возникающих при движениях.

Человек разумный — результат не только биологической, но и социальной эволюции. Он обладает абстрактным мышлением и способен к общественному труду. Чем дальше движется человечество по пути исторического развития, тем большее значение приобретает усвоение опыта предыдущих поколений, накопленного в продуктах труда и в достижениях науки и техники.

Рудименты и атавизмы как доказательства животного происхождения человека. Важным доказательством происхождения человека от животных является наличие в его теле *рудиментов* — особых органов, которые функционировали когда-то у предков (рис. 6). Потом эти органы утратили первоначальное значение и в жизнедея-



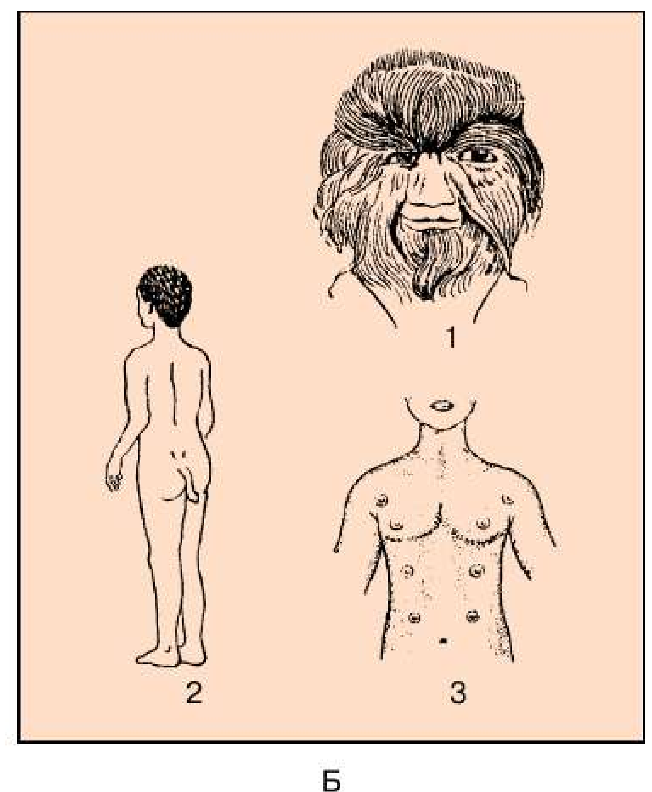


Рис. 6. Рудименты и атавизмы человека:
А — рудиментарные органы: 1 — волосяной покров на голове пятимесячного зародыша; 2 — дарвиновский бугорок на ушной раковине (а); 3 — полулунная складка глаза (б); Б — атавизмы: 1 — полное оволосение лица и туловища; 2 — наружный хвост; 3 — многососковость

тельности человека участия не принимают или почти не принимают. К рудиментарным органам в человеческом теле относятся: отросток слепой кишки — аппендикс, копчиковые позвонки; ушные мышцы, позволяющие некоторым людям шевелить ушами; остатки волосяного покрова по всему телу; третье веко.

Другим важным доказательством родства человека и животных являются *атавизмы* — появление у отдельных людей признаков, которые были свойственны нашим далёким предкам, но утрачены в ходе эволюции. Это такие признаки, как сильное оволосение всего тела, многососковость и др.

ТАКСОНЫ, РУДИМЕНТЫ, АТАВИЗМЫ.

Вопросы

1. Что такое рудимент? Приведите примеры.
2. Что такое атавизм? Приведите примеры.

Задания

1. Выпишите в три столбика признаки, которые указывают на принадлежность человека к подтипу позвоночных, классу млекопитающих и отряду приматов.
2. Сравните человека и человекообразных обезьян. В чём их сходство и различия?

§ 4. Историческое прошлое людей

1. В каких экологических условиях развивались предки людей?

2. Как эти условия повлияли на формирование вида Человек разумный?

Предшественники людей. Прародиной человека считается обширная территория, в которую входили Северо-Восточная Африка, Южная и Центральная Азия и Юго-Восточная Европа. Отсюда люди расселились по всей планете. Когда-то эти пространства были покрыты тропическими лесами, но примерно 3,5—5 млн лет назад климат стал суше, наступило похолодание. Тропические леса отступили, а их место заняла высокая травяная растительность. Чтобы выжить, предкам человека приходилось приподниматься, чтобы осмотреть местности поверх высокой травы. В дальнейшем это привело к прямохождению и разделению функций ног и рук. Ноги приобрели опорную функцию, руки освободились и стали использоваться для употребления орудий.





О ходе эволюции человека говорят палеонтологические находки. В Южной и Восточной Африке были найдены останки древних человекообразных обезьян, *австралопитеков*, ходивших на двух ногах. Они жили группами. Самки заботились о детях, самцы добывали пищу. Найденные фрагменты черепов позволили определить

объём их мозга (500—600 см^3). Это больше, чем у современных человекообразных обезьян. Высокие надбровья и отсутствие подбородочного выступа говорили о том, что этот вид всё же относился к обезьянам. Австралопитеки (рис. 7) не владели речью.

Человек умелый. Около 2,5—1,5 млн лет назад по Южной и Восточной Африке расселились существа, которые уже умели изготавливать примитивные режущие и рубящие орудия труда из гальки. По мнению большинства современных учёных, это были первые представители рода Homo. Им дали название Человек умелый (Homo habilis). Объём их мозга достигал 650 см^3, рост составлял около 1,2 м, масса тела — около 40—50 кг. Большой палец стопы у Человека умелого, как и у современных людей, не был отведён в сторону, что свидетельствует о двуногом передвижении. По-видимому, Человек умелый был потомком какой-то группы австралопитеков. Он впервые начал использовать огонь и сооружать примитивные жилища и хозяйственные стоянки.



Древнейшие люди. Предполагают, что первые древнейшие люди появились 1—1,5 млн лет назад. В настоящее время известно несколько их форм, которые объединяют в один вид — Человек прямоходящий (Homo erectus). Первые останки древнейшего человека были обнаружены на острове Ява более 100 лет назад. Ему дали название *питекантроп* (рис. 8) или обезьяночеловек.



Рост древнейших людей достигал 160 см, объём головного мозга — 1100 см^3. Но у них сохранялись ещё многие примитивные черты: мощные надбровные валики, тяжёлая массивная челюсть, а подбородочный выступ, связанный с развитием речевых мышц, почти отсутствовал.

Останки близких по облику и уровню развития первобытных людей были найдены в Китае. Их назвали *синантропами*. Они жили около 400 тыс. лет назад.

Древнейшие люди вели активный образ жизни. Это были хорошие охотники. Они нападали на таких крупных животных, как буйволы, туры и даже слоны. Охота на крупных животных требовала совместных действий.

Возможно, что первым коллективом был коллектив охотников.

Другой формой объединения людей была первобытная семья. Древнейшие люди могли изготавливать примитивные орудия, а находки, сделанные в Китае, говорят о том, что некоторые виды древнейших людей уже пользовались огнём.

Древние люди. В 1856 г. в долине Неандерталь (Германия) были обнаружены останки человека, названного *неандертальцем* (рис. 9). Дальнейшие находки показали, что неандертальцы обитали не только на территории Европы, но и в Африке, Азии.

Головной мозг неандертальцев по объёму приближался к мозгу современных людей. Наряду с этим в строении тела неандертальцев было довольно много примитивных черт, как у питекантропов: мощная мускулатура, низкий скошенный лоб, толстые кости черепа, хорошо развитые челюсти. Современные учёные считают, что неандертальцы были праворукими. Наличие подбородочного выступа связано с появлением речи.



Жили неандертальцы в суровых условиях ледникового периода. Холод вызвал необходимость пользоваться одеждой, они делали её из звериных шкур. Неандертальцы были искусными каменотёсами. Они изготавливали скрёбла для обработки шкур, наконечники для пик. Умело добывали и использовали огонь. Жили в пещерах, промышляли охотой и собирательством. Неандертальцы хоронили своих близких, украшали могилы. Во многих пещерах были найдены черепа и длинные кости пещер-



Рис. 7.
Австралопитек



Рис. 8.
Питекантроп



Рис. 9.
Неандерталец

ного медведя. Предполагают, что они имели какое-то ритуальное значение.

Ископаемые останки древних людей, найденные в разных регионах, свидетельствуют о том, что разные популяции ранних неандертальцев очень сильно отличались друг от друга. В настоящее время существует несколько основных гипотез о роли и месте неандертальцев в эволюции. Ряд учёных считают, что неандертальцы были прямыми предками современного человека. Другие придерживаются мнения, что неандертальцы внесли определённый генетический вклад в формирование человека современного типа. Согласно третьей точке зрения, неандертальцы являются боковой тупиковой ветвью эволюции людей. В настоящее время неандертальцев считают одним из подвидов Человека разумного (Homo sapiens).

Первые современные люди. В 1886 г. во Франции, в местности Кро-Маньон, были найдены останки скелетов первых людей современного типа, которых назвали *кроманьонцами* (рис. 10). Они появились около 50—60 тыс. лет назад и несколько тысяч лет существовали одновременно с неандертальцами.

Кроманьонцы были рослыми людьми (до 180 см). От неандертальцев их отличали более высокий лоб, отсутствие надбровных валиков и хорошо развитый подбородочный выступ, свидетельствовавший о развитии речи.

Объём и масса мозга были примерно такими же, как и у ныне живущих людей, причём лобные и височные доли достигли своего окончательного развития. Не отличались кроманьонцы от современных людей и по строению тела. Кроманьонцы изготавливали разнообразные орудия из камня, кости, рога. Они умели сверлить, шлифовать свои изделия. Рядом с останками кроманьонцев часто находили разнообразные произведения их искусства (живопись, скульптура).



Рис. 10. Кроманьонец

Кроманьонцы были умелыми охотниками. Они владели различными спо-

собами охоты. Широко использовали копья, дротики, а затем и стрелы.

Прошло много лет, прежде чем люди от *присваивающего хозяйства* (охота, собирательство) перешли к *производящему хозяйству*. Они научились выращивать растения и приручать некоторых животных.

АВСТРАЛОПИТЕКИ, ЧЕЛОВЕК УМЕЛЫЙ, ДРЕВНЕЙШИЕ ЛЮДИ (ПИТЕКАНТРОПЫ, СИНАНТРОПЫ), ДРЕВНИЕ ЛЮДИ (НЕАНДЕРТАЛЬЦЫ), СОВРЕМЕННЫЕ ЛЮДИ (КРОМАНЬОНЦЫ).

Вопросы

1. Что является источником информации для изучения эволюции человека?
2. Как вы считаете, почему о степени развития речи можно судить по подбородочному выступу и степени выраженности лобных и височных долей мозга?
3. Какие черты неандертальцев свидетельствуют об их более высокой организации по сравнению с питекантропами?
4. Как совершенствовалось изготовление и использование орудий на разных стадиях исторического развития человека?
5. Какое значение для общества имел переход от присваивающего хозяйства к производящему?

Задания

1. Сравните и оформите в виде таблицы особенности строения и образа жизни древнейшего, древнего и современного человека.
2. Изобразите схематично эволюционное древо человека.

§ 5. Расы человека. Среда обитания

В чём проявляется биологическая природа людей и в чём — социальная?

Расы человека. Расами называют систематические подразделения внутри вида. Расы человека — это большие группы людей, на которые подразделяется вид Человек разумный по общим, наследственным, биологическим осо-





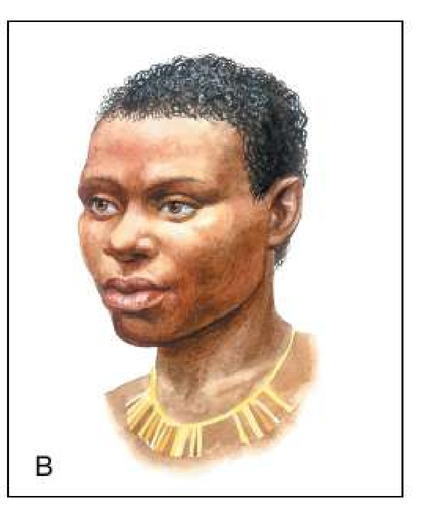


Рис. 11. Представители больших рас: А — европеоид; Б — монголоид; В — негроид



бенностям: строение лицевой части черепа, цвет кожи. В настоящее время существует несколько классификаций человеческих рас. Наиболее распространённой является классификация, согласно которой выделяют три большие расы (рис. 11): *австрало-негроидную* (экваториальную), *европеоидную* (евразийскую), *монголоидную* (азиатско-американскую). Они довольно отчётливо различаются между собой по ряду наследственных признаков: цвету кожи, цвету и форме волос, глаз, форме носа, губ, но сохраняют главные общевидовые особенности людей: величину и строение головного мозга, способность к труду, творческий потенциал.



Иногда австралоидов и американских индейцев выделяют в отдельные большие расы.

Большие расы подразделяются на более мелкие группы (малые расы), а те — на *национальности* и *народности*. Важным доказательством видового единства человечества являются браки между людьми, относящимися к разным расам, и рождение жизнеспособного потомства от этих браков.



Формирование рас началось в очень далёкие времена, 30—40 тыс. лет назад, и было связано с расселением людей по новым географическим областям. Расовые признаки имели приспособительное значение и были закреплены естественным отбором. К примеру, густые курчавые волосы негроидов, образующие теплоизолирующую

подушку, предохраняют голову жителей Тропической Африки и Австралии от перегревания, а тёмный цвет кожи — от избыточного ультрафиолетового облучения.

Формирование монголоидной расы было связано с заселением территорий с обширными степными пространствами, где яркое солнце и сильные ветры, несущие песок, дали преимущества людям с узким разрезом глаз, который защищал глаза от травм.

В настоящее время значение этих признаков невелико, поскольку каждый человек может воспользоваться головным убором, очками, защитными кремами, но наследственные особенности закрепились и остались по сей день.

Видовое единство человечества. Все человеческие расы сохранили общевидовые особенности вида Человек разумный, и все они находятся на одном и том же уровне эволюционного развития в биологическом и психическом отношении. Представители всех рас в равной степени способны к достижению самых больших высот современной цивилизации. Расистские взгляды о преимуществах одних рас перед другими находятся в полном противоречии с данными современной науки.

Расы не следует путать с понятиями «нация» и «народ». Представители разных рас могут быть членами единого государства и говорить на одном языке. Наличие речевых центров — биологическая особенность человеческого вида. То, на каком языке человек заговорит, зависит не от принадлежности к той или иной расе или народности, а от *социальных факторов* — от того, с кем человек живёт и кто его будет учить. Посредством речи осуществляется возможность не только воспринять опыт, накопленный человечеством, но и способность руководить своим поведением: взрослый, сформировавшийся разумный человек сначала намечает цели, планирует свои поступки, в необходимых случаях фиксирует свои мысли на бумаге, а уж потом действует.

Среда обитания человека. Человек является биосоциальным существом. Все биологические законы действуют на человека, как и на всех других представителей живой природы. Однако существование человека невозможно вне общества. Поэтому среда обитания человека представ-

ляет собой сочетание природных и социальных условий. На ранних этапах эволюции человечества ведущую роль играла *природная среда*. Однако в процессе социального развития (строительство жилищ, использование одежды, приручение животных) человек начал поддерживать постоянство условий своего существования. В настоящее время воздействия на человека природных условий нейтрализуются влиянием *социальной среды*.

Социальная среда — это совокупность материальных, экономических, социальных, политических и духовных условий, окружающих человека. Она зависит от экономического развития общества, от национальных традиций, от особенностей быта, выбора профессии и других факторов.

Часть социальной среды, связанную с непосредственной жизнедеятельностью человека (жилой дом, место отдыха, больница и т. д.), называют *бытовой средой*. Научно-технический прогресс существенно изменил и улучшил наш быт. Вместе с тем жизнь в условиях максимального комфорта приводит и к ряду отрицательных последствий. Электрический ток, электромагнитное поле, повышенный уровень радиации, токсичные вещества, шумовое загрязнение — всё это оказывает неблагоприятное влияние на здоровье человека. Микроклимат жилища (температура, влажность и подвижность воздуха) определяет самочувствие и настроение человека, влияет на его здоровье.

Часть социальной среды, связанную с трудовой деятельностью человека, называют *производственной средой*. Производственная среда — это рабочее место человека: цех — для рабочего, ферма — для сельского труженика, аудитория — для студента. С одной стороны, современный прогресс способствует улучшению условий труда, но при этом техника является главной причиной производственных травм. Любое предприятие или организация обязаны соблюдать санитарно-гигиенические нормы и обеспечивать выполнение правил техники безопасности.

БОЛЬШИЕ РАСЫ: ЕВРОПЕОИДНАЯ, МОНГОЛОИДНАЯ, НЕГРОИДНАЯ; ПРИРОДНАЯ И СОЦИАЛЬНАЯ СРЕДА.

Вопросы

1. Объясните, как возникали расы. Как условия жизни наших предков влияли на формирование тех или иных признаков?
2. Почему так называемые расовые признаки несущественны для жизни в современных условиях?

Задания

1. Сравните понятия «нация» и «раса». Докажите, что нельзя употреблять такие сочетания, как «польская раса», «французская раса» и т. д.
2. Проанализируйте состояние производственной среды, с которой связана ваша трудовая деятельность (класс, спортивный зал или другие помещения школы). Существуют ли в этой среде негативные факторы, отрицательно влияющие на ваше здоровье?

Основные положения главы 2

Человеку принадлежит строго определённое место в систематике живых существ: тип хордовых, подтип позвоночных, класс млекопитающих, отряд приматов, семейство гоминид, род Человек, вид Человек разумный.

Предки человека перешли к прямохождению и стали использовать орудия труда, чтобы выжить и защищать себя от хищников. Труд и связанная с ним речь стимулировали развитие мозга и содействовали созданию социальной среды, вне которой не могут существовать современные люди.

В процессе становления человеческого общества и человека различают несколько стадий, в том числе древнейшие люди, древние люди и первые современные люди.

Различия по расовым признакам не отражаются на умственных способностях человека и его социальных возможностях. Люди, принадлежащие к различным расам и народностям, равноценны в биологическом и психическом отношении и находятся на одном и том же уровне эволюционного развития.

Среда обитания современного человека представляет собой сочетание природных и социальных условий.



Глава 3

Строение организма

Из этой главы вы узнаете

- где расположены внутренние органы;
- каково строение клеток и тканей и как они функционируют;
- как выполняют свои функции нервные клетки

Вы научитесь

- пользоваться анатомическими рисунками для определения расположения внутренних органов в своём теле;
- работать с микроскопом, наблюдать и описывать клетки и ткани на готовых микропрепаратах;
- анализировать рефлексы и их рефлекторные дуги



§ 6. Общий обзор организма

1. **Каковы уровни организации млекопитающих животных?**
2. **В чём сходство в строении тела человека и млекопитающих животных?**

Уровни организации. Все живые тела состоят из отдельных *молекул*, которые, в свою очередь, организуются в *клетки*, клетки — в *ткани*, ткани — в *органы*, органы — в *системы органов*. А они в совокупности образуют целостный *организм*. На каждом из этих уровней действуют свои законы, которые обеспечивают нормальное функционирование организма как целого, его приспособление к окружающей среде.

Структура тела. Снаружи тело человека покрыто *кожей*. Кости и мышцы, расположенные под ней, образуют опорно-двигательную систему. Внутри тела находятся две *полости тела* — *брюшная* и *грудная*, которые разделены перегородкой — мышечной *диафрагмой* (см. рис. 5). В этих полостях располагаются *внутренние органы*. В грудной — лёгкие, сердце, сосуды, дыхательные пути и пищевод. В брюшной полости слева (под диафрагмой) — желудок, справа — печень с желчным пузырём. Ниже располагаются кишечник, поджелудочная железа и селезёнка. Многие органы брюшной полости, как фартуком, прикрыты тонкой оболочкой — брюшиной. Около позвоночника в области поясницы расположены почки, от которых отходят мочеточники, ведущие в мочевой пузырь с мочеиспускательным каналом.

Половые органы женщины — яичники, маточные трубы и матка — также находятся в брюшной полости. По-

ловые органы мужчины — яички — располагаются в мошонке, вне брюшной полости, так как для их нормальной работы требуется более низкая температура, чем температура внутри полости тела.

На голове располагаются органы зрения, обоняния, вкуса, равновесия (вестибулярный аппарат, скрытый в костях черепа). Внутри черепной коробки находится черепная полость. В ней располагается головной мозг, а в канале позвоночника — спинной мозг. Они соединяются через затылочное отверстие черепа.

Органы и системы органов. Анатомически обособленные части тела, имеющие чёткую структуру и выполняющие определённые функции, называют *органами*. Каждый орган имеет свою, только ему присущую форму и занимает определённое место в организме.

Органы, выполняющие общие физиологические функции, объединяют в *систему органов*.

У человека те же системы органов, что и у других млекопитающих. В настоящее время выделяют опорно-двигательную систему, систему крови, систему кровообращения, систему дыхания, систему выделения, систему пищеварения, репродуктивную (половую) систему, а также нервную, эндокринную и иммунную системы. Последние три системы относятся к регуляторным, так как они обеспечивают согласованную работу всех других систем, которые относят к группе вегетативных.

Иногда в качестве особых систем выделяют лимфатическую систему и систему покровов (кожу).

УРОВНИ ОРГАНИЗАЦИИ, ПОЛОСТИ ТЕЛА, ОРГАНЫ, ВНУТРЕННИЕ ОРГАНЫ, СИСТЕМЫ ОРГАНОВ.

Вопросы

1. В чём суть понятий: молекулярный, клеточный, тканевый и организменный уровни организации?
2. Какие полости существуют в организме человека?
3. Приведите определение понятия «орган».

4. Что такое система органов?
3. Какие системы относят к регуляторным и почему? Как вы считаете, какая из этих систем появилась первой в процессе эволюции?

Задания

1. Рассмотрев рисунок 4, найдите у себя грудную и брюшную полости.
2. Выпишите известные вам названия органов, относящиеся к системе кровообращения, к дыхательной, пищеварительной и выделительной системам.
3. Приведите примеры структур, находящихся на разных уровнях организации.

§ 7. Клеточное строение организма

1. **Каково строение животной клетки?**
2. **Какую функцию выполняют хромосомы?**
3. **Как происходит деление клетки?**

Внешняя и внутренняя среда организма. Внешней средой называют ту, в которой находится организм. Человек живёт в газообразной среде, но временно может находиться в воде, например во время купания.

Внутренней средой организма называют ту среду, которая находится внутри организма: она отделена от внешней среды оболочками тела (кожа, слизистые). В ней находятся все клетки тела. Она жидкая, имеет определённый солевой состав и постоянную температуру. К внутренней среде относят тканевую жидкость, кровь, лимфу. Заметим, что содержимое пищеварительного канала, мочевыводящих и дыхательных путей к внутренней среде не относится. Лишь наружный ороговевший слой кожи, состоящий из отмерших клеток, и некоторые слизистые оболочки граничат с внешней средой. Они защищают более глубоколежащие клетки от воздействия внешних условий. Через внутреннюю среду клетки чело-

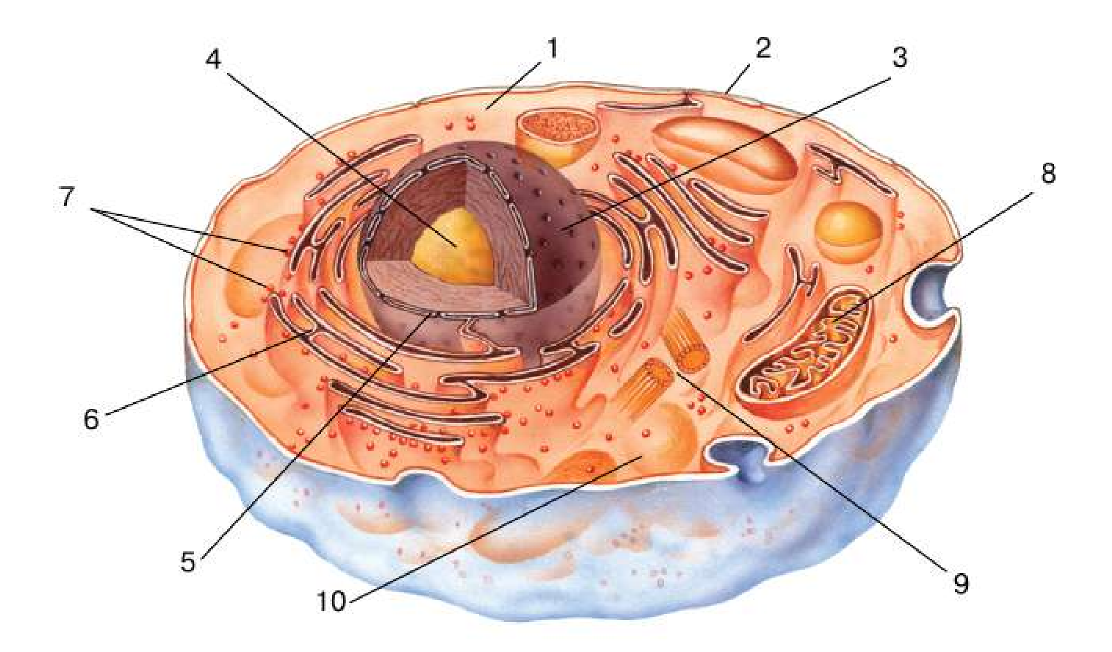


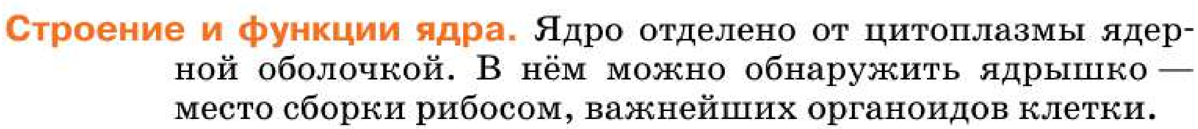
Рис. 12. Клетка под электронным микроскопом:
1 — цитоплазма; 2 — наружная клеточная мембрана; 3 — ядро; 4 — ядрышко;
5 — ядерная оболочка; 6 — мембраны эндоплазматической сети;
7 — рибосомы; 8 — митохондрия; 9 — центриоли клеточного центра; 10 — лизосома

веческого тела снабжаются всем необходимым, и через неё удаляются вещества, образующиеся в процессе их жизнедеятельности.



Строение клетки. По форме, строению и функциям клетки чрезвычайно разнообразны, но по структуре они сходны. Каждая клетка обособлена от других наружной клеточной мембраной. Подавляющее число клеток имеют цитоплазму и ядро (рис. 12).





Строение и функции ядра. Ядро отделено от цитоплазмы ядерной оболочкой. В нём можно обнаружить ядрышко — место сборки рибосом, важнейших органоидов клетки.

В ядре находятся хромосомы, основа которых — молекулы ДНК. В этих молекулах закодирована вся наследственная информация организма.

Участки молекул ДНК, ответственные за синтез определённого белка, называют *генами*. В каждой хромосоме насчитывают сотни и тысячи генов. Под микроскопом

хромосомы можно наблюдать только в период деления клеток: в другие периоды они не видны. Контролируя образование белков, гены управляют всей цепочкой сложных биохимических реакций в организме и тем самым определяют его признаки. В обычных клетках человека содержится по 46 хромосом, в половых клетках (яйцеклетках и сперматозоидах) по 23 хромосомы (половинный набор).

Наружная мембрана и органоиды клетки. Наружная клеточная мембрана легко проницаема для одних веществ и непроницаема для других. Такая избирательная проницаемость клеточной мембраны носит название полупроницаемости. Через клеточную мембрану клетка получает воду, питательные вещества, кислород, ионы, через неё удаляются продукты клеточного обмена. Клеточная мембрана обеспечивает также взаимодействие клетки с окружающей средой и с другими клетками. Постоянные клеточные структуры, каждая из которых выполняет свои особые функции, называют *органоидами* или *органеллами*. В клетке они играют ту же роль, что и органы в организме.

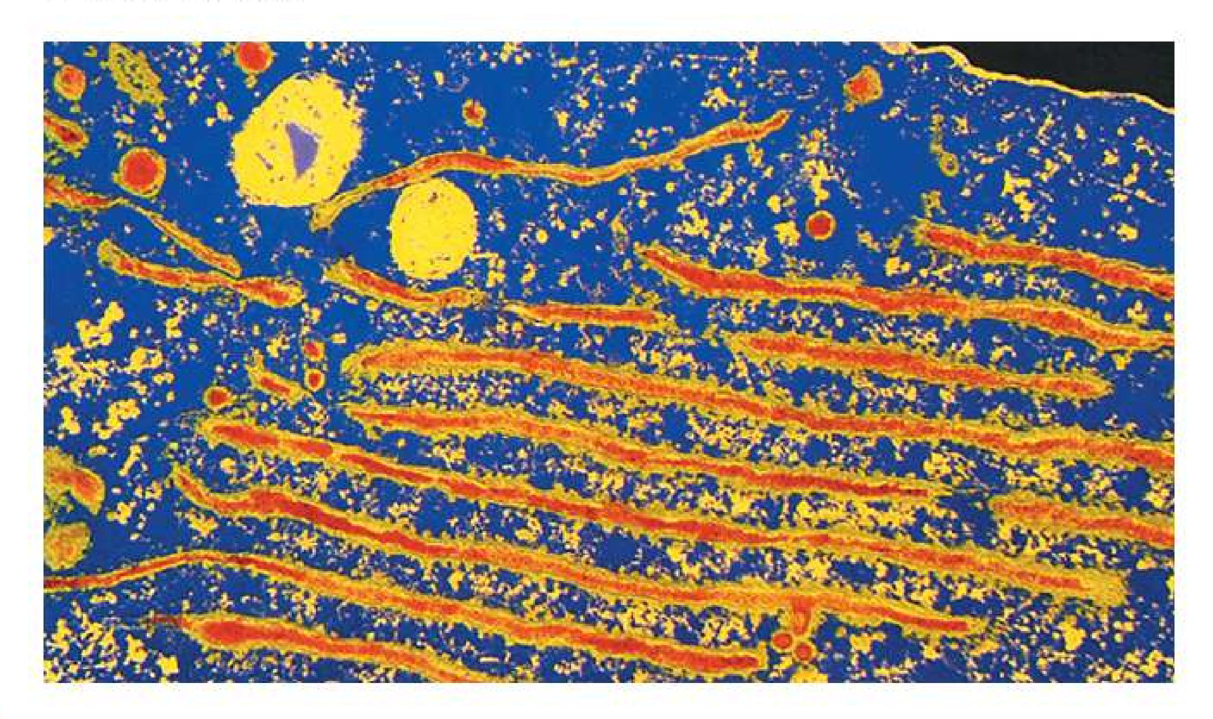


Рис. 13. Эндоплазматическая сеть — транспортная система клетки (микрофотография)

Пространство внутри клетки тоже разделено мембранами. Они образуют *эндоплазматическую сеть* — сеть канальцев, ёмкостей, полостей (рис. 13). Эндоплазматическая сеть — это своеобразная транспортная система, по которой перемещаются синтезированные в клетке вещества. Благодаря ей поддерживается двусторонняя связь между ядром и цитоплазмой, а также между различными органоидами клетки.

На части мембран эндоплазматической сети располагаются *рибосомы*, обеспечивающие биосинтез белков, специфичных для данной клетки. Состав и строение этих белков определены генами. В качестве посредника, передающего информацию о структуре белка от гена к рибосоме, выступает специальная молекула — информационная РНК.

Митохондрии участвуют в биологическом окислении веществ, за счёт которого освобождается и накапливается энергия, необходимая для жизнедеятельности клеток. Эти двухмембранные образования, едва видимые в оптический микроскоп, называют энергетическими станциями клетки (рис. 14).

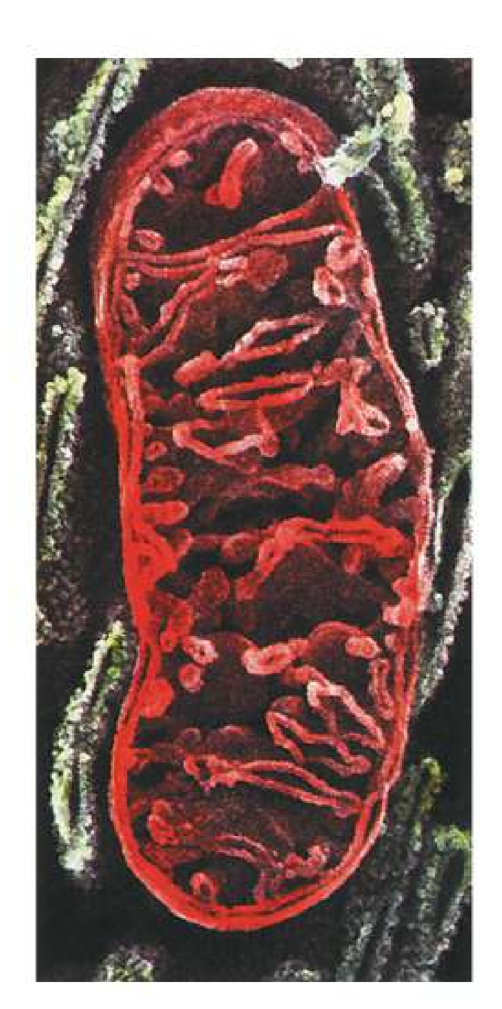


Рис. 14. Митохондрия — энергетическая станция клетки (микрофотография)

Благодаря биологическому окислению сложные органические вещества распадаются, и выделяющаяся при этом энергия используется клетками для мышечного сокращения, выработки тепла, синтеза веществ, необходимых для формирования структур клетки.

Рядом с эндоплазматической сетью в клетке расположен *аппарат Гольджи*, который представляет собой стопку плоских цистерн. Синтезированные вещества из эндоплазматической сети поступают в аппарат Гольджи, где

претерпевают дальнейшие биохимические превращения. Они упаковываются в мембранные пузырьки и переносятся в те места клетки, где они необходимы, или транспортируются к клеточной мембране и выходят за пределы клетки. Кроме этого, аппарат Гольджи формирует лизосомы.

Лизосомы — это мелкие мембранные пузырьки, которые содержат биологически активные вещества — ферменты, необходимые для переваривания питательных веществ. Сложные молекулы, поступившие в клетку, расщепляются в лизосомах до более простых. Кроме того, лизосомы могут разрушать структуры самой клетки при их старении или в ходе эмбрионального развития, когда происходит замена тканей.

Обязательным органоидом животной клетки, а следовательно, и клетки человеческого тела является *клеточный центр*, состоящий из двух *центриолей*. Эти маленькие тельца цилиндрической формы расположены недалеко от ядра под прямым углом друг к другу. Клеточный центр играет важную роль в клеточном делении: от центриолей начинается рост веретена деления.

- **Связь между объёмом и поверхностью клетки.** Размер клеток ограничен, поскольку с увеличением объёма и массы клетки её относительная поверхность уменьшается, и клетка уже не может получить нужное количество питательных веществ и полностью выделить продукты распада. Поэтому, достигнув определённого размера, она перестаёт увеличиваться.

Деление клетки — сложный процесс (рис. 15). При подготовке к делению каждая молекула ДНК удваивается. В результате в хромосоме оказывается рядом пара одинаковых молекул ДНК, которые потом станут самостоятельными хромосомами дочерних клеток.

Перед делением хромосомы скручиваются в спираль и становятся хорошо различимы в оптический микроскоп. Ядерная оболочка распадается. Центриоли клеточного центра удваиваются, расходятся к противоположным полюсам клетки, и между ними формируются нити веретена деления.

В следующей фазе деления хромосомы выстраиваются в экваториальной плоскости клетки. Парные молекулы

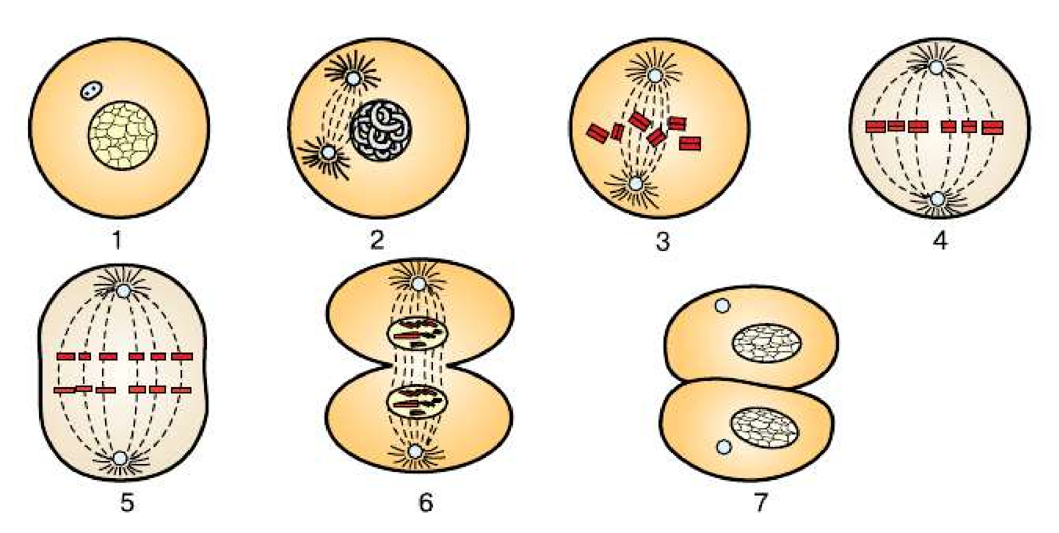


Рис. 15. Деление клетки:
1 — клетка (между делениями) в состоянии покоя; 2, 3, 4 — образование видимых в оптический микроскоп хромосом, их расположение в экваториальной плоскости клетки; 5 — расхождение хромосом; 6 — образование двух дочерних ядер, начало деления цитоплазмы; 7 — образование двух дочерних клеток

ДНК каждой хромосомы прикрепляются к нитям веретена деления. Вскоре нити веретена деления начинают оттягивать парные молекулы ДНК к противоположным полюсам. Образуется два новых набора, состоящих из одинаковых хромосом и, следовательно, одинаковых генов. Вокруг хромосом формируется ядерная оболочка, образуется ядро. Скрученные ранее в спираль хромосомы полностью раскручиваются и перестают быть видимыми в световой микроскоп. Одновременно с расхождением хромосом органоиды приблизительно равномерно распределяются по двум полюсам. Затем клеточная мембрана впячивается внутрь, и цитоплазма клетки делится путём перетяжки. Образуются две дочерние клетки.

Жизнедеятельность клетки. Каждая клетка в организме человека выполняет свою определённую работу. Несмотря на огромное разнообразие клеток, все они имеют общие признаки.



Обмен веществ и энергии. Одно из главных свойств клетки — способность к *обмену веществ и энергии*. Из поступающих в клетку питательных веществ обра-

зуются сложные вещества (характерные для каждого типа клеток), формируются клеточные структуры. Такой вид обмена называют пластическим. Параллельно с образованием новых веществ идут процессы биологического окисления органических веществ — белков, жиров, углеводов. При этом происходит выделение энергии, необходимой для жизнедеятельности клетки. Такой вид обмена называют энергетическим. В результате активной работы в живой клетке постоянно образуются отходы жизнедеятельности. Продукты распада удаляются из клетки, а затем и из организма.

Синтез и распад веществ происходят благодаря действию *ферментов*. Это биологические катализаторы белковой природы, ускоряющие во много раз течение химических процессов. Каждый фермент действует только на определённые соединения. Они называются *субстратом* данного фермента.

Ферменты вырабатываются и в растительных, и в животных клетках. Иногда их действия сходны. Так, фермент каталаза, находящийся в клетках стенки ротовой полости, мышцах, печени, способен расщеплять пероксид водорода — вредное соединение, образующееся в организме.

Проделаем опыт. Нальём в химический стакан пероксид водорода и опустим в него кусочки мелко нарезанного клубня картофеля. Жидкость вспенивается за счёт образования пузырьков кислорода: $2H_2O_2 \xrightarrow{\text{каталаза}} 2H_2O + O_2$; ядовитый пероксид водорода разлагается на безвредные кислород и воду.

Ферменты действуют как в клетках, так и вне клеток. При кипячении белки разрушаются, поэтому ферменты теряют свою активность. (Если сварить картофель, реакции разложения пероксида водорода не будет.) Выводят ферменты из строя и некоторые химические вещества, например соли тяжёлых металлов.

Рост и развитие клетки. В процессе жизнедеятельности происходит рост и развитие клеток. *Рост* — это увеличение размеров и массы клетки, а *развитие* — её возрастные изменения, в том числе и достижение ею

способности полностью выполнять свои функции. Например, для того чтобы костная клетка могла создавать твёрдое и прочное костное вещество, она должна созреть.

Покой и возбуждение клеток. Клетки могут находиться в состоянии *покоя* или в состоянии *возбуждения*.

При возбуждении клетка включается в работу и выполняет свои функции. Обычно переход к возбуждению связан с *раздражением*. Так, в ответ на раздражение нервная клетка генерирует нервные импульсы; мышечная клетка сокращается, а железистая — выделяет секрет.

Следовательно, раздражение — это процесс воздействия на клетку. Оно может быть механическим, электрическим, тепловым, химическим и т. д. В ответ на раздражение клетка из состояния покоя переходит в состояние возбуждения, то есть активной работы.

Способность клетки отвечать на раздражение специфической реакцией называют *возбудимостью*. Наибольшей возбудимостью обладают мышечные и нервные клетки.

КЛЕТОЧНАЯ МЕМБРАНА, ЯДРО, ЦИТОПЛАЗМА, ХРОМОСОМЫ, ГЕНЫ, ОРГАНОИДЫ, ЭНДОПЛАЗМАТИЧЕСКАЯ СЕТЬ, РИБОСОМЫ, МИТОХОНДРИИ, АППАРАТ ГОЛЬДЖИ, ЛИЗОСОМЫ, ЦЕНТРИОЛИ, ДЕЛЕНИЕ, ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ, РОСТ, РАЗВИТИЕ, ПОКОЙ, ВОЗБУЖДЕНИЕ.

Вопросы

1. Какие функции выполняет клеточная мембрана?
2. Каковы функции ядра и ядрышка?
3. Сколько хромосом имеют половые клетки человека — сперматозоид и яйцеклетка? Как вы думаете, почему число хромосом в половых клетках вдвое меньше, чем в клетках тела?
4. Назовите основные органоиды клетки.
5. Какие процессы жизнедеятельности характерны для большинства клеток человеческого организма?
6. Какие органоиды, характерные для клеток других организмов, отсутствуют в клетках человека? С чем связаны эти отличия?
7. Объясните, чем различаются рост и развитие клеток.

Задания

1. Сравните внешнюю и внутреннюю среду организма человека. В чём их сходство и различия?
2. В стиральные порошки иногда добавляют ферменты. Будут ли они действовать при кипячении белья и после него? Ответ поясните.
3. Составьте и заполните таблицу «Основные органоиды и структуры клетки: строение и функции».

§ 8. Ткани

1. Из какой ткани состоит кожа, стенки полости рта, ушные и носовые хрящи?

2. Можно ли ушную раковину считать тканью?

Образование тканей. В начале деления все клетки развивающегося зародыша одинаковы, но затем происходит их специализация (дифференцировка). Некоторые клетки синтезируют и выделяют в межклеточное пространство межклеточное вещество. Группы клеток и межклеточное вещество, имеющие сходное строение и происхождение, выполняющие общие функции, называются *тканями*. Каждый орган состоит из нескольких тканей, но одна из них, как правило, преобладает.



В организме животных и человека выделяют четыре основные группы тканей: эпителиальные, соединительные, мышечные и нервные. В мышцах, например, преобладает мышечная ткань, но наряду с ней встречаются и соединительная, и нервная. Ткань может состоять как из одинаковых, так и из различных клеток.

Межклеточное вещество может быть однородным или может включать различные структурные образования, например, в виде пучков волокон, придающих тканям эластичность и упругость.

Эпителиальные (покровные) ткани (рис. 16) образуют наружные слои кожи (эпидермис), выстилают внутреннюю поверхность кровеносных сосудов, дыхательных путей, мочеточников. К эпителиальным тканям относится и желе-

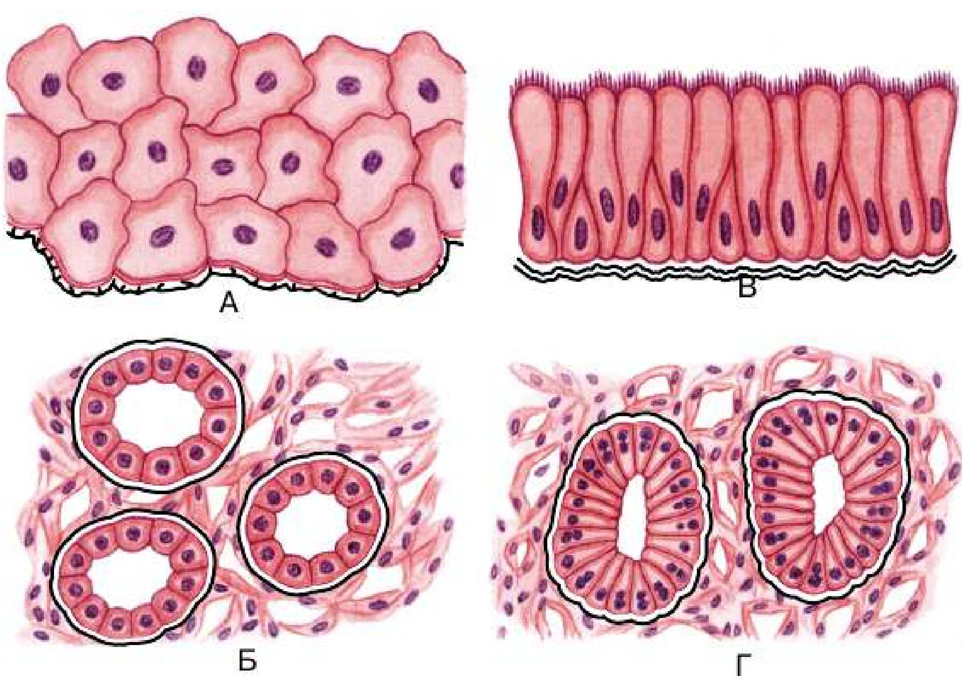


Рис. 16. Эпителиальные ткани:
А — плоский эпителий; Б — кубический эпителий; В — мерцательный эпителий; Г — цилиндрический эпителий, выстилающий канальца почки, в которых образуется вторичная моча

зистая ткань, вырабатывающая различные секреты (пот, слюну, желудочный сок, сок поджелудочной железы).

- Многообразие функций привело к значительному разнообразию эпителиальных тканей. Однако все они имеют ряд общих свойств. Их клетки располагаются тесными рядами в один или несколько слоёв, имеют незначительное количество межклеточного вещества, могут слущиваться и заменяться новыми. Все эпителиальные ткани отделены от соседних базальной мембраной (базальной пластиной), которая представляет собой плотную сеть белковых волокон. Эпителиальные ткани обладают высокой способностью к регенерации (восстановлению). В связи с разнообразием функций строение клеток эпителиальных тканей различается. Так, мерцательный эпителий дыхательных путей имеет реснички, с помощью которых удаляется пыль, осевшая на влажную поверхность трахеи и бронхов.

Соединительные ткани. Эти ткани обладают ещё большим разнообразием (рис. 17). К ним относятся опорные ткани — хрящевая и костная; жидкие ткани — кровь и лимфа, рыхлая волокнистая ткань, заполняющая пространство

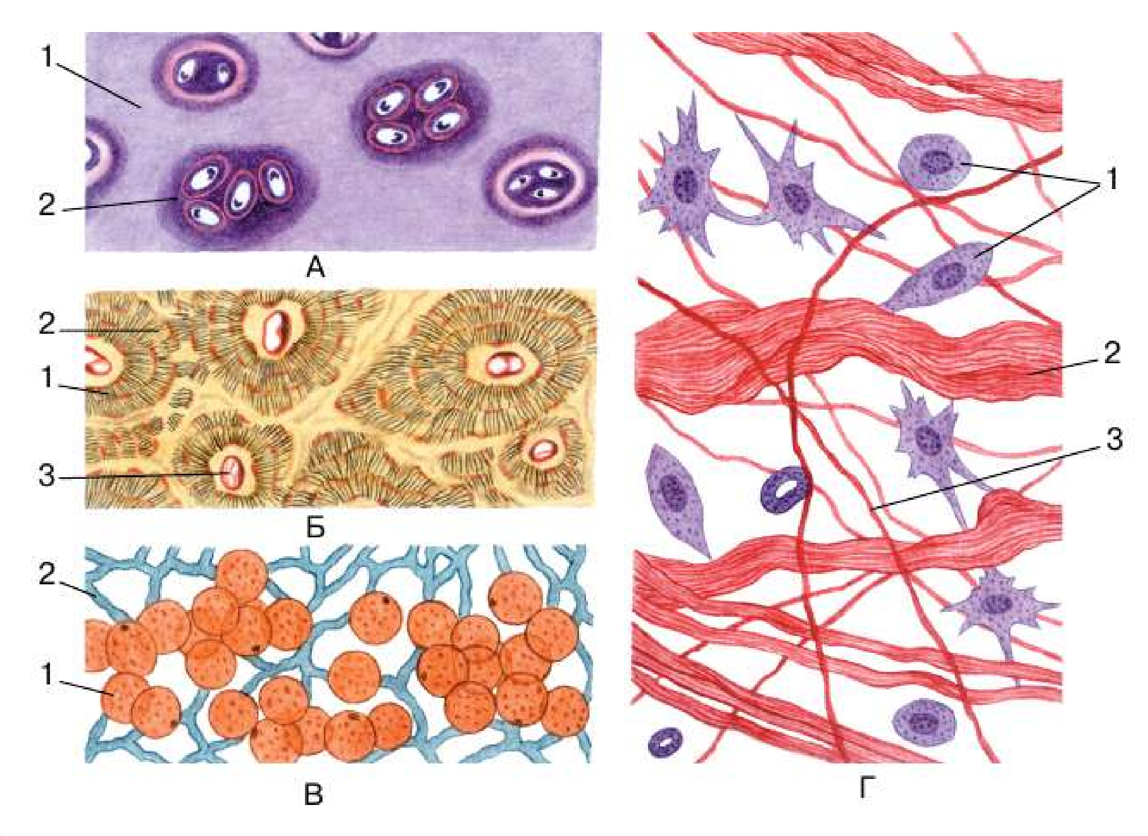


Рис. 17. Соединительные ткани:
А — хрящ: 1 — неклеточное вещество; 2 — клетки;
Б — кость: 1 — клетки кости, располагающиеся по кругу вокруг центрального канала; 2 — пластинки неклеточного вещества, образующие слои, чередующиеся со слоями клеток; 3 — центральный канал, содержащий кровеносный микрососуд и нервные волокна (Гаверсов канал).
В — жировая ткань: 1 — клетки; 2 — эластические волокна; Г — рыхлая соединительная ткань: 1 — клетки; 2 — коллагеновые волокна; 3 — эластические волокна

между органами, сопровождающая сосуды и нервы; жировая ткань; плотная волокнистая ткань, входящая в состав сухожилий и связок.

Все эти разнообразные ткани обладают высокой способностью к регенерации и имеют общую особенность — наличие хорошо развитого межклеточного вещества, определяющего механические свойства ткани. В костной ткани оно твёрдое и прочное, в хрящевой — прочное и эластичное. В крови оно жидкое, так как выполняет транспортную функцию.

Соединительная ткань встречается в оболочках органов, которым приходится сильно растягиваться: в матке, желудке, кровеносных сосудах и пр. Благодаря соединительной ткани кожа может смещаться относительно мышц и костей, к которым прикреплена.

- В соединительной ткани есть клетки, способные в случае поражения основной ткани какого-либо органа заменить утраченные элементы. Так, образующиеся после ранений шрамы состоят из соединительной ткани. Правда, выполнять функции той ткани, которую соединительная ткань заменила, она не может.

Разновидности мышечной ткани. Существует три разновидности мышечной ткани: гладкая, поперечнополосатая скелетная (рис. 18) и поперечнополосатая сердечная. Общие свойства всех мышечных тканей — *возбудимость, проводимость* и *сократимость*. Благодаря сокращению мышц осуществляются все движения человека, включая движения, сопровождающие работу внутренних органов.

Гладкая мышечная ткань состоит из веретеновидных клеток с одним палочковидным ядром. Эта ткань входит в состав внутренних органов, например стенок сосудов, стенок желудка, кишечника, бронхов. С помощью гладких мышц изменяются размеры зрачка, кривизна хрусталика глаза и т. д. Человек не может управлять гладкой мускулатурой по своему желанию, произвольно. Она управляется помимо нашей воли, автоматически.

Гладкие мышцы сокращаются медленно, но могут долго находиться в состоянии сокращения, не утомляясь.

Поперечнополосатая скелетная мышечная ткань образует скелетные мышцы, которые сокращаются произвольно, то есть по нашему желанию. Сокращение проис-

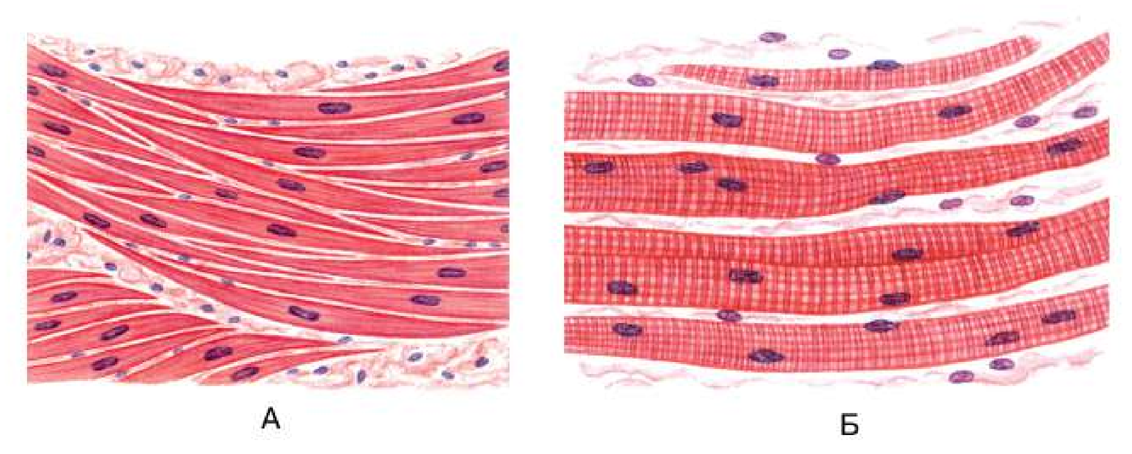


Рис. 18. Мышечные ткани:
А — гладкая; Б — поперечнополосатая скелетная

ходит в том случае, когда к мышце приходят электрические импульсы из соответствующих отделов нервной системы. Скелетные мышцы способны к быстрому сокращению, но длительно пребывать в сокращённом состоянии им сложно. Поперечнополосатая мышечная ткань состоит из длинных многоядерных клеток — мышечных волокон (длиной до несколько см). Ядра мышечного волокна обычно располагаются под наружной мембраной. Среднюю часть мышечного волокна занимают собранные в пучки сократительные нити — миофибриллы. Они состоят из чередующихся пластинок белков разной плотности (актина и миозина), поэтому в оптическом микроскопе кажутся исчерченными поперёк (поперечнополосатыми).

Поперечнополосатая сердечная мышечная ткань тоже состоит из мышечных волокон, но они имеют ряд особенностей. Сердечные мышечные волокна представляют собой цепочку особых мышечных клеток — кардиомиоцитов. Эти двуядерные клетки соединены между собой особыми контактами. Благодаря такому строению возбуждение, возникшее в одном месте, быстро охватывает всю мышечную ткань, участвующую в сокращении.

Нервная ткань. Эта ткань состоит из двух типов клеток: собственно нервных клеток — *нейронов* и вспомогательных клеток — *глиоцитов* (*нейроглии*).



Особенность нейронов — высокая *возбудимость* и *проводимость*. Они получают сигналы из внешней и внутренней среды организма, проводят их, перерабатывают и передают на другие нейроны, мышцы или железы. Нейроны образуют сложные цепи, которые обеспечивают получение, переработку, хранение и использование информации для управления работой организма (рис. 19).

Многочисленные клетки нейроглии, расположенные между нейронами, выполняют по отношению к ним обслуживающие функции: защитную и опорную, питательную и электроизолирующую. Заполняя пространство между нервными клетками, глиальные клетки предохраняют их от механических сотрясений. Другие глиальные клетки выполняют барьерную функцию, захватывая и нейтрализуя токсины и другие опасные для нейронов соединения.

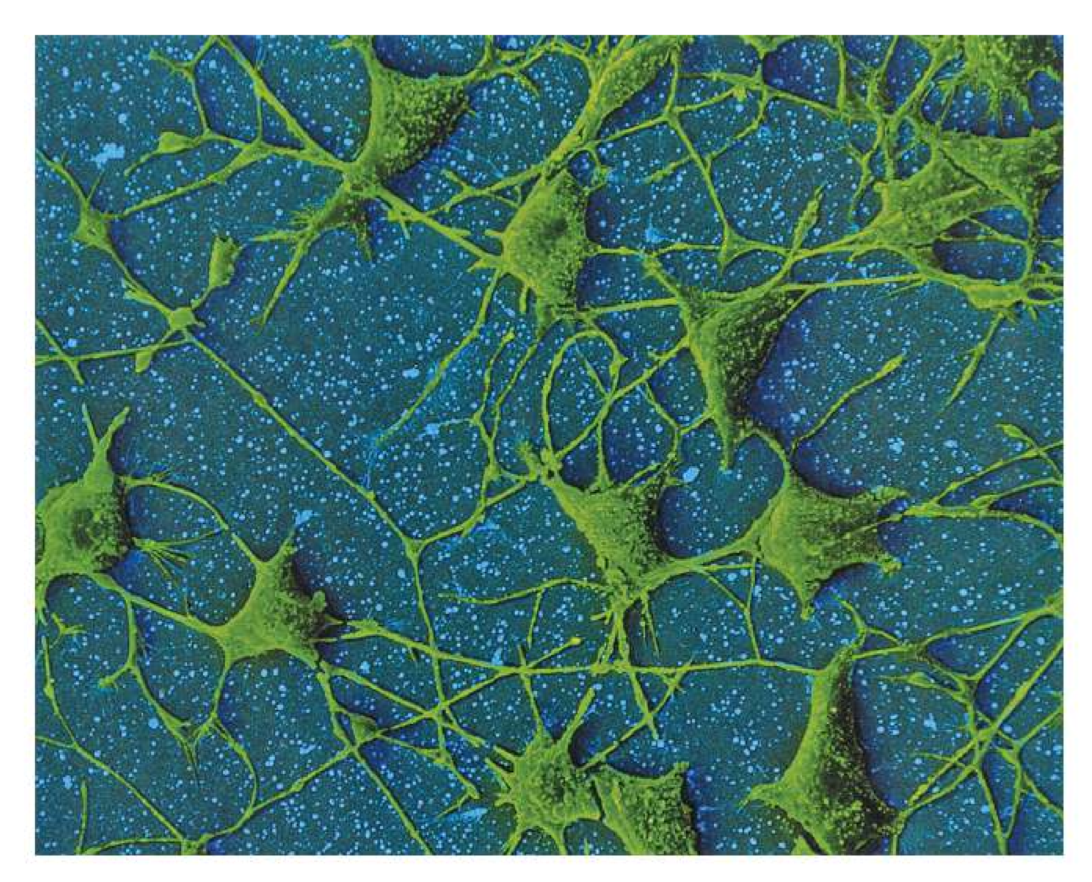


Рис. 19. Нервные клетки (сеть нейронов) (микрофотография)

Нейрон состоит из тела, которое называют сомой, и отростков (рис. 20). В теле нейрона находится ядро и основные клеточные органоиды. Отростки нейрона различаются по строению, форме и функциям.

Дендрит — отросток, передающий возбуждение к телу нейрона. Чаще всего у нейрона несколько коротких древовидно разветвлённых дендритов. Однако бывают нейроны, у которых имеется только один дендрит.

Аксон — это длинный отросток, который передаёт информацию от тела нейрона к следующему нейрону или к рабочему органу. У каждого нейрона только один аксон. Аксон ветвится только на конце, образуя короткие веточки — терминали. На терминалях аксона располагаются специальные приспособления, предназначенные для передачи сигналов. Они называются *химическими синапсами* (рис. 20 Б).

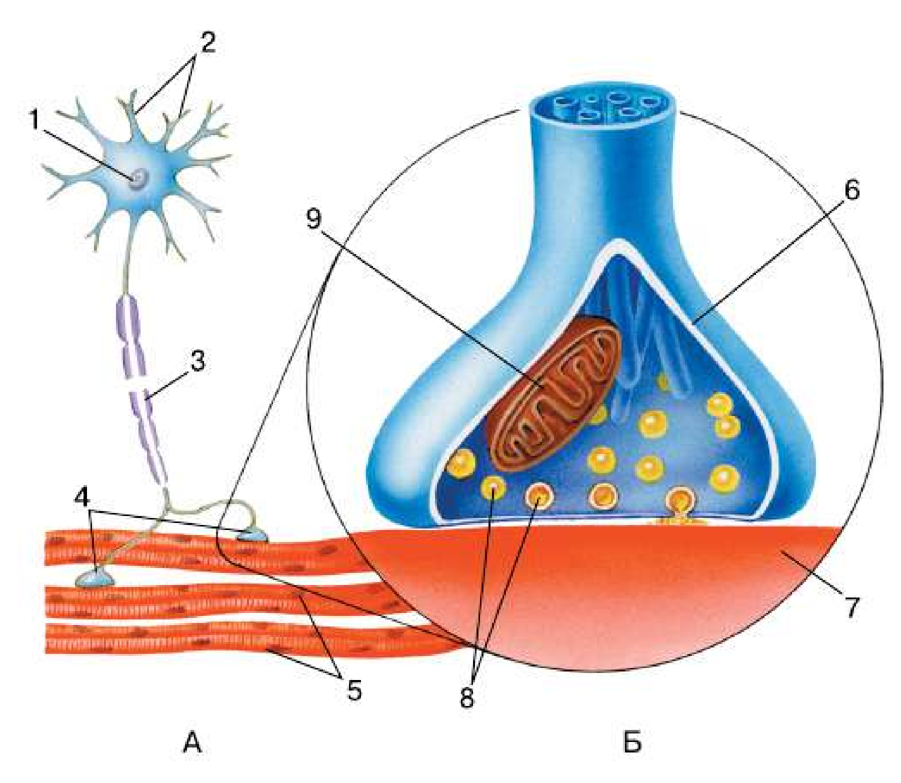


Рис. 20. Строение нейрона: А — нейрон: 1 — ядро, находящееся в теле нейрона; 2 — дендриты; 3 — аксон; 4 — синапсы; 5 — волокна поперечнополосатой мышцы; Б — синапс (увеличен): 6 — окончание аксона нейрона, передающего информацию; 7 — клетка, воспринимающая информацию; 8 — пузырьки с биологически активным веществом (медиатором); 9 — митохондрия

Длинные отростки нейронов, покрытые защитными оболочками, сформированными глиальными клетками, образуют *нервные волокна*. Пучки нервных волокон, покрытые оболочками из волокнистой соединительной ткани, образуют *нервы*.

Химические синапсы представляют собой расширенные окончания терминалей аксона, которые подходят близко к клеткам органа-мишени. Их разделяет очень узкая *синаптическая щель*. Внутри синаптического окончания в специальных пузырьках — везикулах находится биологически активное вещество из группы нейромедиаторов. Когда нервный импульс, распространяющийся по аксону, достигает синаптического окончания, везикулы приближаются к мембране, встраиваются в неё, и молекулы медиатора выбрасываются в синаптическую щель. Эти химические вещества действуют на мембрану другой клетки, взаимодействуют с особыми ре-

цепторными белками и таким способом передают информацию следующему нейрону или клетке управляемого органа. Нейромедиатор может активировать следующую клетку, вызвав в ней *возбуждение*. Однако существуют медиаторы, которые приводят к угнетению следующего нейрона. Этот процесс называют *торможением*. Возбуждение и торможение — это важнейшие процессы, происходящие в нервной системе.

Воспринимающие информацию клетки обычно имеют много синапсов. Через одни из них они получают активирующие сигналы, через другие — тормозные. Все эти сигналы суммируются, после чего следует изменение работы.

По функциям все нейроны можно разделить на три группы: чувствительные, вставочные и исполнительные. *Чувствительные нейроны* — это нервные клетки, которые находятся «на входе» в нервную систему. Они воспринимают информацию из внешней и внутренней среды. «На выходе» из нервной системы расположены *исполнительные нейроны*. К этой группе относят двигательные нейроны, управляющие мышцами (гладкими и поперечнополосатыми), и секреторные, передающие нервные импульсы железам. *Вставочные нейроны* обрабатывают всю полученную информацию и обеспечивают связь между чувствительными и исполнительными нейронами.

ТКАНИ: ЭПИТЕЛИАЛЬНЫЕ, СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ, МЫШЕЧНЫЕ, НЕРВНАЯ; НЕЙРОНЫ, ДЕНДРИТЫ, АКСОН, НЕЙРОГЛИЯ, НЕРВНОЕ ВОЛОКНО, СИНАПС.

Вопросы

1. Что называют тканью?
2. Какие ткани вы знаете? Составьте и заполните схему «Многообразие тканей».
3. Чем соединительные ткани отличаются от эпителиальных?
4. Какие виды эпителиальной и соединительной ткани вы знаете?
5. Какими свойствами обладают клетки мышечной ткани — гладкой, скелетной, сердечной?
6. Какие функции выполняют клетки нейроглии?
7. Каково строение и свойства нейронов?



8. Сравните дендриты и аксоны. В чём их сходство и в чём принципиальные различия?
9. Что такое синапс? Расскажите о принципах его работы.

Задания

1. Отыщите у себя или у своих знакомых на коже шрамы. Определите, из какой ткани они состоят. Объясните, почему они не загорают и отличаются по структуре от здоровых участков кожи.
2. Посмотрите под микроскопом образцы эпителиальных и соединительных тканей. С помощью рисунков 16 и 17 расскажите об их строении.
3. На рисунке 20 найдите тело нейрона, ядро, дендриты и аксон. Определите, в каком направлении по отросткам пойдут нервные импульсы, если клетка будет возбуждена.
4. Известно, что грудную и брюшную полости разделяет диафрагма, участвующая в дыхании. Из гладких или поперечнополосатых мышц она состоит? Задержите дыхание, сделайте произвольный вдох и выдох и ответьте на этот вопрос.
5. Существует множество классификаций нейронов. Некоторые из них вам уже известны. Используя дополнительные источники информации, предложите другие классификации, отличные от представленных в учебнике.

§ 9. Рефлекторная регуляция

1. Что входит в состав центральной нервной системы, а что — в состав периферической?
2. Что такое рефлекс?



Центральная и периферическая нервная система. Нервную систему человека по расположению в теле подразделяют на центральную и периферическую. К *центральной нервной системе* относят головной и спинной мозг. *Периферическую нервную систему* составляют нервы, нервные узлы и нервные окончания. Бóльшая часть всех нейронов локализована в центральной нервной системе. Их тела вместе с короткими отростками — дендри-

тами образуют серое вещество мозга. В спинном мозге серое вещество занимает центральную область, окружая спиномозговой канал. В головном мозге серое вещество представлено *корой*, расположенной на поверхности полушарий мозга (нейроны в коре располагаются слоями), или *ядрами* (скопления нейронов внутри белого вещества). Длинные отростки нейронов, покрытые защитными оболочками, образуют *нервные волокна*. В центральной нервной системе скопления нервных волокон называют трактами или путями. Они образуют белое вещество мозга. На периферии пучки нервных волокон входят в состав нервов. Различают чувствительные, исполнительные и смешанные нервы. По чувствительным нервам информация от органов чувств поступает в центральную нервную систему. По исполнительным нервам управляющие команды от мозга идут к органам, вызывая ответную реакцию организма. Смешанные нервы содержат как исполнительные, так и чувствительные волокна. У человека 12 пар черепных (черепно-мозговых) и 31 пара спинномозговых нервов.

Нервные клетки, расположенные на периферии, образуют особые скопления — *нервные узлы*, или *ганглии*. Одни нервные узлы, их называют чувствительными, принимают первичную информацию, обрабатывают её и после этого передают в центральную нервную систему. Другие нервные узлы (вегетативные) обрабатывают сигналы, поступающие из центральной нервной системы, и передают информацию к внутренним органам.

Рефлекс и рефлекторная дуга. *Рефлексом* называют стандартный ответ организма на раздражение, происходящий при участии центральной нервной системы и под её контролем.

У человека, как и у животных, имеется много рефлексов: пищевых, оборонительных, ориентировочных. Непроизвольно мы отдёргиваем руку от горячего предмета, поворачиваем голову в сторону неожиданного звука. Это примеры врождённых — *безусловных* — рефлексов.

Безусловные рефлексы являются результатом эволюции вида и сохранились благодаря естественному отбору. Они одинаковы у всех людей и у животных одного и того же пола и возраста, принадлежащих к одному виду. Ви-

ды животных различаются не только строением и функциями своих органов, но и набором врождённых рефлексов, что является видовым признаком.

Рефлексы, приобретённые в процессе жизни, называют *условными*. В зависимости от того, достигается полезный для организма результат или нет, они сохраняются, изменяются или исчезают.

Рефлекс начинается с раздражения рецепторов. *Рецепторы* — это окончания чувствительных нервных волокон или специальные чувствительные клетки, преобразующие раздражение в нервные импульсы. По отросткам чувствительных нейронов возникшие в рецепторах импульсы достигают центральной нервной системы. Там эта информация обрабатывается вставочными нейронами, которые могут быть как возбуждающими, так и тормозными. После этого сигналы получают исполнительные нейроны, от которых зависит ответ. Они возбуждаются и посылают сигналы, запуская работу мышц, желёз, внутренних органов, благодаря которым достигается нужный эффект. Скопления нейронов центральной нервной системы, вызывающих то или иное рефлекторное действие, называют *рефлекторными центрами* этих рефлексов. Они находятся в спинном мозге и в различных отделах головного мозга.

- В качестве примера рассмотрим врождённый мигательный рефлекс. Для этого проведём простой опыт. Тем, кто носит очки, предлагаем на время опыта их снять. Опыт можно проводить лишь чистыми руками. Использование карандашей и других предметов для раздражения кожи и век недопустимо.

  Ход опыта. Осторожно прикоснитесь рукой к углу глаза со стороны носа, со стороны щеки, а также к ресницам и бровям. Отметьте те области, раздражение которых вызывает непроизвольное мигание, знаком «+».

Рефлексогенной зоной называют участки, где расположены рецепторы, вызывающие при раздражении данный рефлекс, в нашем случае мигание. Опыт показывает, что таких рецепторов много во внутреннем углу глаза, в коже век и ресницах, но почти нет в наружном углу глаза.

Раздражение рецепторов вызывает возбуждение в чувствительных нейронах. Их тела находятся в чувстви-

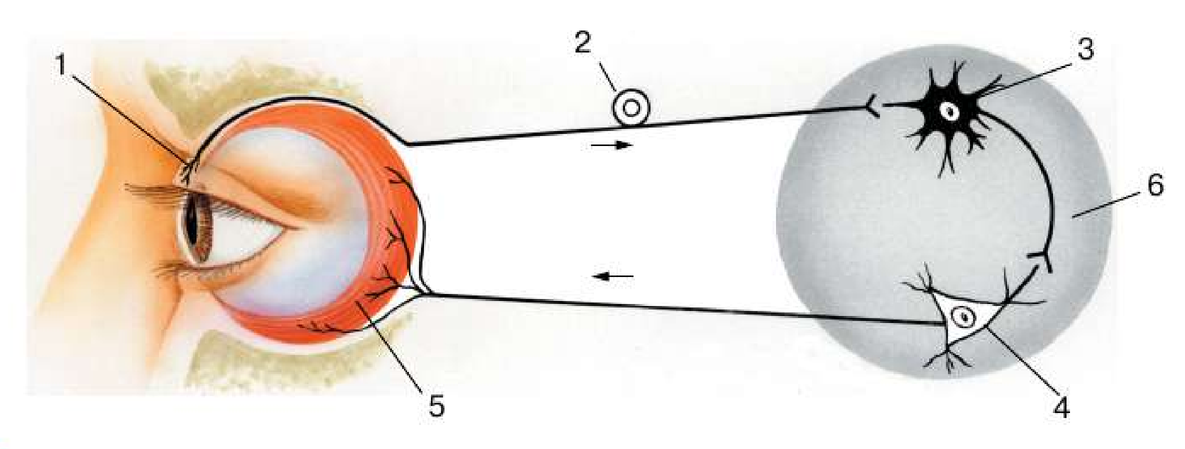


Рис. 21. Схема рефлекторной дуги мигательного рефлекса:
1 — рецептор; 2 — чувствительный нейрон, находящийся в нервном узле;
3 — вставочный нейрон; 4 — двигательный нейрон; 5 — круговая мышца глаза, смыкающая веки, 6 — центральная нервная система

тельном нервном узле, вне центральной нервной системы. Аксоны этих нейронов идут в продолговатый мозг, где находятся вставочные нейроны. Те, в свою очередь, передают информацию в высшие отделы головного мозга и в участки продолговатого мозга, где находятся центры мигательного рефлекса. От исполнительных нейронов сигнал идёт к круговым мышцам глаз, и оба глаза на короткое время закрываются (мигают).

Путь, по которому проходят нервные импульсы от рецептора до рабочего органа, называют *рефлекторной дугой* (рис. 21). Рефлекторная дуга является простейшей нейронной цепью. Она включает рецептор, чувствительный нейрон, вставочные нейроны и исполнительные нейроны. Чувствительные нейроны несут информацию в мозг. Вставочные нейроны обрабатывают её в пределах мозга, исполнительные нейроны приводят в действие рабочие органы.

Система обратной связи. Наличие рефлекторной дуги — обязательное условие для осуществления любого рефлекса. Однако неправильно было бы считать, что рефлекторная реакция завершается ответом рабочего органа. Организм должен оценить, насколько корректно и правильно был организован этот ответ. Во время ответной реакции рецепторы рабочего органа возбуждаются, и от них обратно в центральную нервную систему поступает информация о достигнутом результате.

Так при проведении опыта вы чувствуете прикосновение к коже, мигание. Таким образом, наличие обратных связей позволяет нервному центру рефлекса контролировать точность выполнения своих команд и при необходимости вносить срочные изменения в работу исполнительного органа.

ЦЕНТРАЛЬНАЯ И ПЕРИФЕРИЧЕСКАЯ НЕРВНАЯ СИСТЕМА, РЕФЛЕКС, РЕФЛЕКТОРНАЯ ДУГА, РЕЦЕПТОР, РАБОЧИЙ ОРГАН, РЕФЛЕКСОГЕННАЯ ЗОНА, ОБРАТНЫЕ СВЯЗИ.

Вопросы

1. Что такое рефлекс и рефлекторная дуга? Приведите пример рефлекторной дуги.
2. Как по-другому называют врождённые рефлексы и рефлексы, приобретённые в процессе жизни? Как вы думаете, почему они получили такие названия?
3. Какими свойствами обладают рецепторы?
4. Где расположены тела чувствительных нейронов?
5. Какую функцию выполняют вставочные и исполнительные нейроны?
6. Объясните необходимость наличия обратных связей в нервной системе.

Задания

1. Используя рисунок 21, зарисуйте рефлекторную дугу мигательного рефлекса и укажите её части.
2. Прикоснитесь осторожно к внутреннему углу глаза несколько раз. Определите, после скольких прикосновений мигательный рефлекс затормозится. Проанализируйте это явление и укажите его возможные причины. Предположите, какие процессы в синапсах рефлекторной дуги могут вызвать торможение рефлекторной реакции.
3. Проверьте, существует ли возможность с помощью волевого усилия затормозить мигательный рефлекс. Если вам это удалось, объясните, почему это произошло.
4. Вспомните, как проявляется мигательный рефлекс, когда в глаз попадает соринка. Проанализируйте ваше поведение с точки зрения учения о прямых и обратных связях.
5. Сделайте вывод о значении мигательного рефлекса.



Основные положения главы 3

Человеческий организм состоит из клеток, клетки образуют ткани, ткани — органы, органы — системы органов, а те — организм в целом.

Среду, в которой находится организм, называют внешней, внутренней средой называют среду, в которой функционируют клетки тела. По форме и строению клетки разнообразны, но по структуре сходны. Каждая клетка имеет клеточную мембрану. Ядро клетки содержит хромосомы, в которых заключена вся наследственная информация организма. Участки ДНК, ответственные за синтез определённого белка и контролирующие определённые наследственные признаки, называют генами. В цитоплазме клетки имеются органоиды: рибосомы, митохондрии, аппарат Гольджи, эндоплазматическая сеть, центриоли. Они обеспечивают жизнедеятельность клетки. Благодаря процессам обмена веществ и энергии клетка может выполнять свои функции, расти, развиваться и делиться. Существенную роль в обмене веществ играют ферменты. Клетки могут находиться в состоянии возбуждения или в состоянии покоя.

В организме различают четыре вида тканей: эпителиальные, соединительные, мышечные и нервную. Эпителиальные ткани участвуют в формировании покровов и желёз, соединительные — в формировании костей, хрящей, крови, жировых и других образований. Мышечные ткани способны сокращаться. Они бывают гладкие и поперечнополосатые. Нервная ткань специализируется на приёме, обработке и передаче информации. Главными её элементами являются нейроны. Они состоят из тела и отростков: дендритов и аксона. Дендриты получают информацию и передают её к телу нейрона. По аксону информация передаётся другим клеткам. В местах контакта аксона с этими клетками образуются синапсы.

Работа нервной системы основана на рефлекторном принципе. Рефлекс — это стандартная ответная реакция организма на раздражение, осуществляемая при участии нервной системы. Путь, по которому проходит нервный

импульс во время рефлекторной реакции, называют рефлекторной дугой. С точки зрения анатомии рефлекторная дуга — это цепочка нервных клеток. Начинается рефлекторная дуга с чувствительной структуры — рецептора, воспринимающего определённое раздражение (механическое или световое, звуковое или температурное и т. д.). Вторую часть дуги составляют структуры, передающие сигнал в центральную нервную систему. И наконец, управляющий сигнал из центральной нервной системы по отросткам исполнительных нейронов достигает рабочего органа (мышцы или железы). Рефлексы бывают врождённые (безусловные) и приобретённые в процессе жизни (условные).

В рефлекторной регуляции участвуют центральная нервная система — спинной и головной мозг и периферическая нервная система — нервы, нервные окончания и нервные узлы.



Глава 4

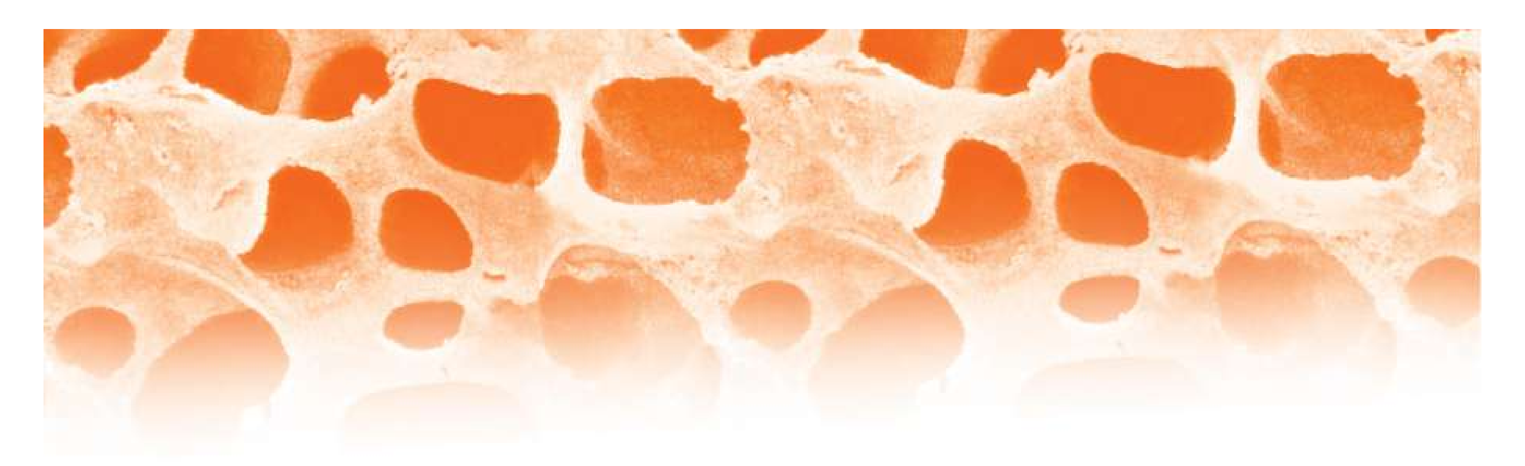
Опорно-двигательная система

Из этой главы вы узнаете

- о строении и функциях скелета и мышц;
- о приспособлении организма к труду и прямохождению;
- о нервной регуляции работы мышц;
- о тренировочном эффекте и вреде гиподинамии

Вы научитесь

- выявлять существенные признаки опорно-двигательной системы;
- выявлять нарушение осанки и наличие плоскостопия;
- оказывать первую помощь при травмах опорно-двигательной системы



§ 10. Значение опорно-двигательной системы, её состав. Строение костей

1. **Какие качества кости обеспечивают её лёгкость и прочность?**
2. **Почему костную ткань относят к соединительной?**

Скелет и мышцы. Опорно-двигательный аппарат нередко называют костно-мышечным, поскольку скелет и мышцы функционируют вместе. Они определяют форму тела, обеспечивают опорную, защитную и двигательную функции.

Опорная функция проявляется в том, что кости скелета и мышцы образуют прочный каркас, определяющий положение внутренних органов и не дающий им возможности смещаться.

Кости скелета *защищают органы* от травм. Так, спинной и головной мозг находятся в костном «футляре»: головной мозг защищён черепом, спинной — позвоночником. Грудная клетка закрывает сердце и лёгкие, дыхательные пути, пищевод и крупные кровеносные сосуды. Органы брюшной полости сзади защищены позвоночником, снизу — тазовыми костями, спереди — мышцами брюшного пресса.

Двигательная функция возможна только при условии взаимодействия мышц и костей скелета, так как мышцы приводят в движение костные рычаги.

Большинство костей скелета соединено подвижно с помощью суставов. Мышца прикрепляется одним концом к одной кости, образующей сустав, другим концом — к другой кости. При сокращении мышца приво-

дит кости в движение. Благодаря мышцам противоположного действия кости могут не только совершать те или иные движения, но и фиксироваться относительно друг друга.

Кости и мышцы принимают участие в *обмене веществ*, в частности в обмене фосфора и кальция.

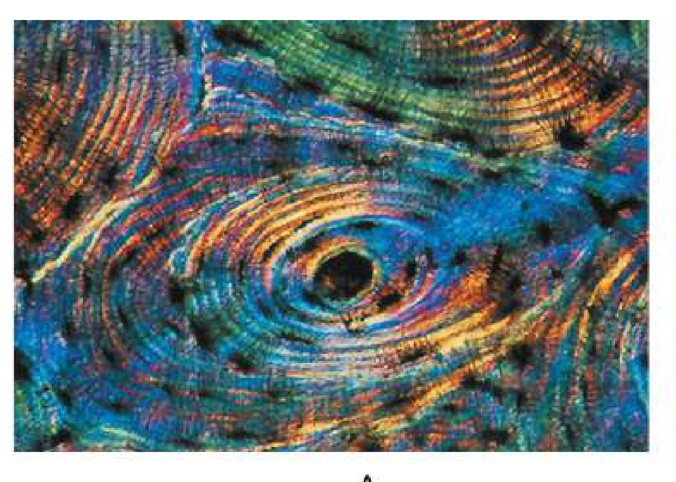
Химический состав костей. Если сжечь кость, она почернеет от углерода, оставшегося от сгорания органических веществ. Если выгорит и углерод, получится белый остаток, чрезвычайно твёрдый, но хрупкий. Это минеральное вещество кости.

Чтобы определить свойства органических веществ кости, надо удалить минеральные вещества с помощью соляной кислоты. Кость при этом сохранит свою форму. Но свойства кости резко изменятся. Она станет настолько гибкой, что её можно будет завязать узлом. Гибкость кости зависит от наличия органических веществ, твёрдость — от неорганических.

Сочетание твёрдого, хотя и хрупкого неорганического вещества и эластичного органического вещества придаёт костям и прочность, и упругость. Наиболее прочны кости человека в его зрелом возрасте (от 20 до 40 лет). У детей в костях относительно велика доля органических веществ. Поэтому детские кости редко ломаются, но легко деформируются под влиянием неправильной позы или неравномерной нагрузки. У пожилых людей в костях увеличивается доля минеральных веществ. Поэтому их кости становятся более ломкими.

Микроскопическое строение кости. Под микроскопом видно, что костная ткань организована в виде пластинок, расположенных определённым образом. Они или перекрещиваются, как металлические балки сложных инженерных конструкций, или образуют плотные костные цилиндры. Такое строение придаёт костям прочность. В зависимости от расположения костных пластинок различают два типа костного вещества: компактное и губчатое (рис. 22). Костные пластинки — это неклеточное вещество кости.

Пластинки *компактного вещества* образуют сложные системы — остеоны (рис. 23). Остеоны представляют

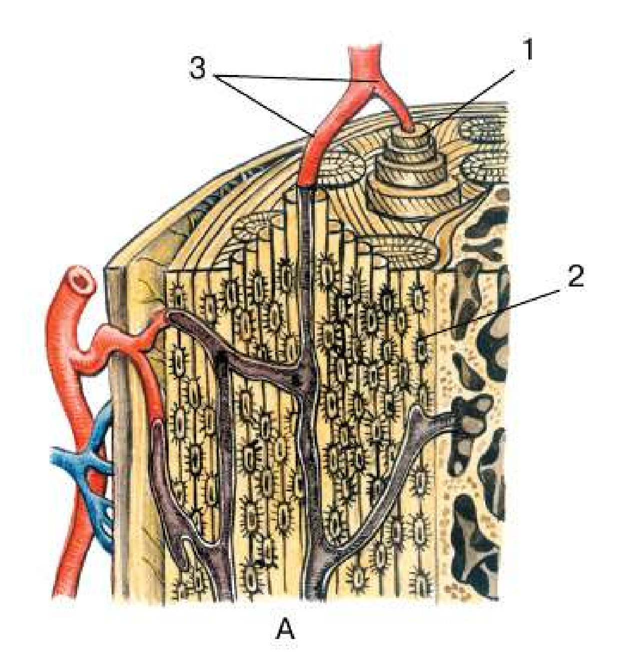

А


Б

Рис. 22. Костная ткань:
А — компактное вещество; Б — губчатое вещество (микрофотографии)

собой несколько слоёв тончайших костных пластинок, расположенных концентрически вокруг канала, в котором проходят кровеносные сосуды и нервы. Между костными пластинками находятся костные клетки.

В *губчатом веществе* перекрещивающиеся тонкие костные перекладины, состоящие из костных пласти-



А


Б

Рис. 23. Микроскопическое строение компактного вещества кости:
А — в объёмном изображении: 1 — концентрические цилиндры, образованные костными пластинками; 2 — костные клетки; 3 — кровеносные сосуды, проходящие в костных полостях внутри цилиндров; Б — на поперечном срезе

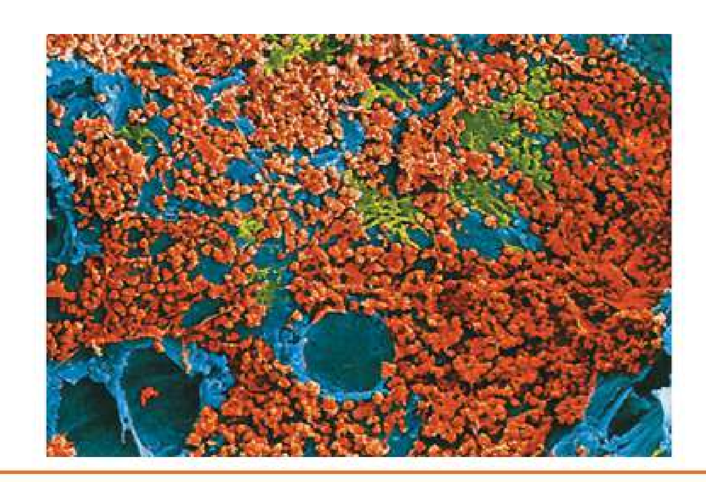


Рис. 24. Красный костный мозг в ячейках губчатого вещества (микрофотография)

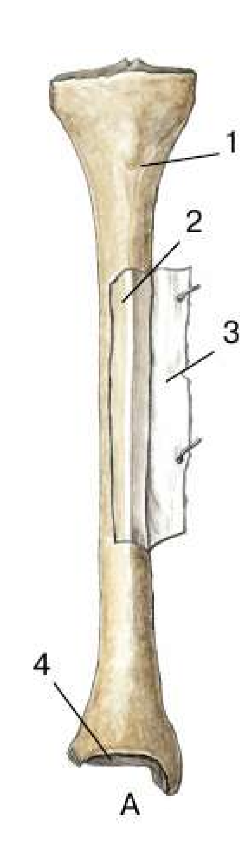
нок, образуют множество ячеек. Перекладины формируют сводчатые конструкции, ориентированные по линиям сжатия и растяжения, что обеспечивает равномерное распределение нагрузки. В ячейках губчатого вещества находится красный костный мозг.

Костный мозг — это ткань, заполняющая у человека полости костей. Различают два вида этой ткани: *красный костный мозг* (рис. 24), основная функция которого — образование клеток крови, и *жёлтый костный мозг*, богатый жировыми клетками. Кровеобразующие элементы в жёлтом костном мозге отсутствуют. Однако после больших кровопотерь на месте жёлтого костного мозга может образоваться кроветворная ткань.

Соотношение компактного и губчатого вещества в кости зависит от места кости в скелете и её функции.

Типы костей. По типу строения различают трубчатые, губчатые, плоские и смешанные кости.

Трубчатые кости имеют вид цилиндров с утолщёнными краевыми концами. Средняя часть трубчатой кости называется тело, расширенные концы — головки (рис. 25). Снаружи тело трубчатых костей покрыто плотной соединительнотканной пластинкой — *надкостницей*. В ней находится большое число кровеносных сосудов и множество нервных окончаний. Клетки внутреннего слоя надкостницы активно делятся, обеспечивая рост кости в толщину и срастание её при переломе. Под надкостницей расположен слой компактного вещества. В центре кости находится канал (костномозговая полость), заполненный жёлтым костным мозгом. Стенки



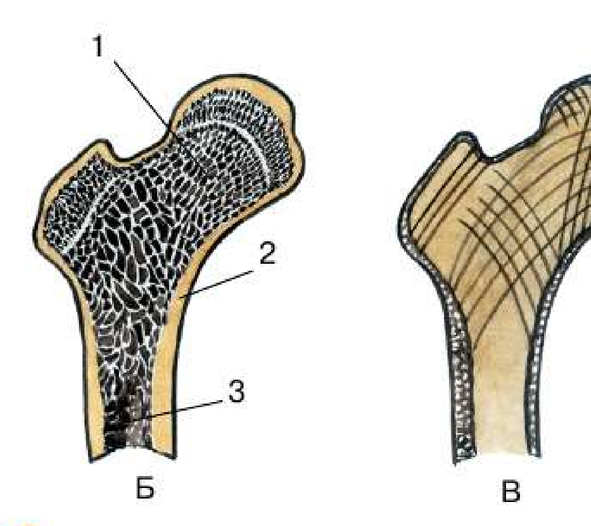


Рис. 25. Строение костей конечности:
А — большеберцовая кость: 1 — надкостница (наружная поверхность); 2 — компактное вещество кости; 3 — внутренняя поверхность надкостницы; 4 — суставный хрящ;
Б — распил головки бедренной кости: 1 — губчатое вещество; 2 — компактное вещество; 3 — костномозговая полость;
В — ориентация перекладин губчатого вещества

костномозговой полости содержат клетки, растворяющие кость. Благодаря сложной и согласованной работе клеток костной ткани достигается оптимальная прочность кости при наименьших массе и затрате материала.

Головки образованы губчатым веществом и покрыты хрящом. Суженная часть между телом и головками трубчатой кости — это шейка. В детском и юношеском возрасте шейка состоит из хрящевой ткани. Клетки хрящевой ткани активно делятся, обеспечивая рост кости в длину. С возрастом хрящевая ткань постепенно замещается костной. Окончательное окостенение шеек трубчатых костей заканчивается у женщин к 16—18 годам, а у мужчин — к 20—22 годам. После этого рост костей в длину прекращается.

В скелете человека различают два вида трубчатых костей: длинные (кости плеча и предплечья, бедра и голени) и короткие (кости плюсны, пясти и фаланги пальцев).

Губчатые кости имеют на поверхности довольно тонкое компактное вещество, под которым находится губчатое вещество. К губчатым костям относят грудину, рёбра, кости запястья и предплюсны. В основном губчатые кости располагаются там, где необходимо совместить прочность и подвижность.

Плоские кости расположены там, где необходима повышенная прочность. Они состоят из двух параллельных пластинок компактного вещества, между которыми располагается губчатое вещество. К плоским костям относят кости свода черепа, лопатки, тазовые кости.

В *смешанных костях* сочетаются элементы губчатых и плоских костей (позвонки).

СКЕЛЕТ, МЫШЦЫ, НАДКОСТНИЦА, КОМПАКТНОЕ И ГУБЧАТОЕ ВЕЩЕСТВО, КРАСНЫЙ И ЖЁЛТЫЙ КОСТНЫЙ МОЗГ; ТРУБЧАТЫЕ, ГУБЧАТЫЕ, ПЛОСКИЕ, СМЕШАННЫЕ КОСТИ.

Вопросы

1. Почему скелет и мышцы относят к единой системе органов?
2. В чём заключаются опорная, защитная и двигательная функции скелета и мышц?
3. Каков химический состав костей? Как можно выяснить свойства его компонентов?
4. Объясните, почему искривления костей чаще бывают у детей, а переломы — у пожилых людей.

Задания

1. Рассмотрите рисунок 25, А, Б и В. Сравните его с препаратом распила натуральной кости. Найдите надкостницу, компактное вещество, губчатое вещество, костномозговую полость.
2. Рассмотрите рисунок 25, Б и В. Объясните, почему перекладины губчатого вещества ориентированы по направлению сил сжатия и растяжения кости.

 ***Лабораторная работа***

Микроскопическое строение кости

Оборудование: микроскоп, постоянный препарат «Костная ткань».

Ход работы

1. Рассмотрите при малом увеличении микроскопа костную ткань. С помощью рисунка 23, А и Б определите, поперечный или продольный срез вы рассматриваете.
2. Найдите канальцы, по которым проходили сосуды и нервы. На поперечном срезе они имеют вид прозрачного кружка или овала.

3. Найдите костные клетки, которые находятся между кольцами и имеют вид чёрных паучков. Они выделяют межклеточное вещество, которое потом пропитывается минеральными солями.
4. Подумайте, почему компактное вещество состоит из многочисленных трубочек с прочными стенками. Как это способствует прочности кости при наименьшем расходе материала и массы костного вещества? Почему корпус самолёта делают из прочных дюралюминиевых трубчатых конструкций, а не из листового проката?

§ 11. Скелет человека. Осевой скелет

1. **Что такое скелет?**
2. **На какие части он подразделяется?**
3. **Почему череп и скелет туловища относят к осевому скелету?**
4. **Как скелет приспособлен к прямохождению?**
5. **Почему можно кивать и качать головой?**

Скелетом называют совокупность костей, хрящей и укрепляющих их связок. Они определяют форму тела, служат опорой мягким частям, защищают внутренние органы от механических повреждений.

Осевой скелет. В скелете человека различают *осевой скелет* и *добавочный скелет*. Осевой скелет объединяет череп и скелет туловища. Добавочный скелет состоит из костей поясов конечностей и скелета свободных конечностей (рис. 26).

Череп определяет форму головы, защищает головной мозг, органы слуха, обоняния, вкуса, зрения, служит местом прикрепления мышц, участвующих в мимике. В черепе различают *мозговой* и *лицевой* отделы (рис. 27). Верхняя часть мозгового отдела образована непарными лобными и затылочными костями и парными теменными и височными костями. Они образуют свод черепа. В основании мозгового отдела черепа находятся клиновидная кость и пирамидные отростки височных костей. В полостях височных костей расположены рецепторы слуха и орга-

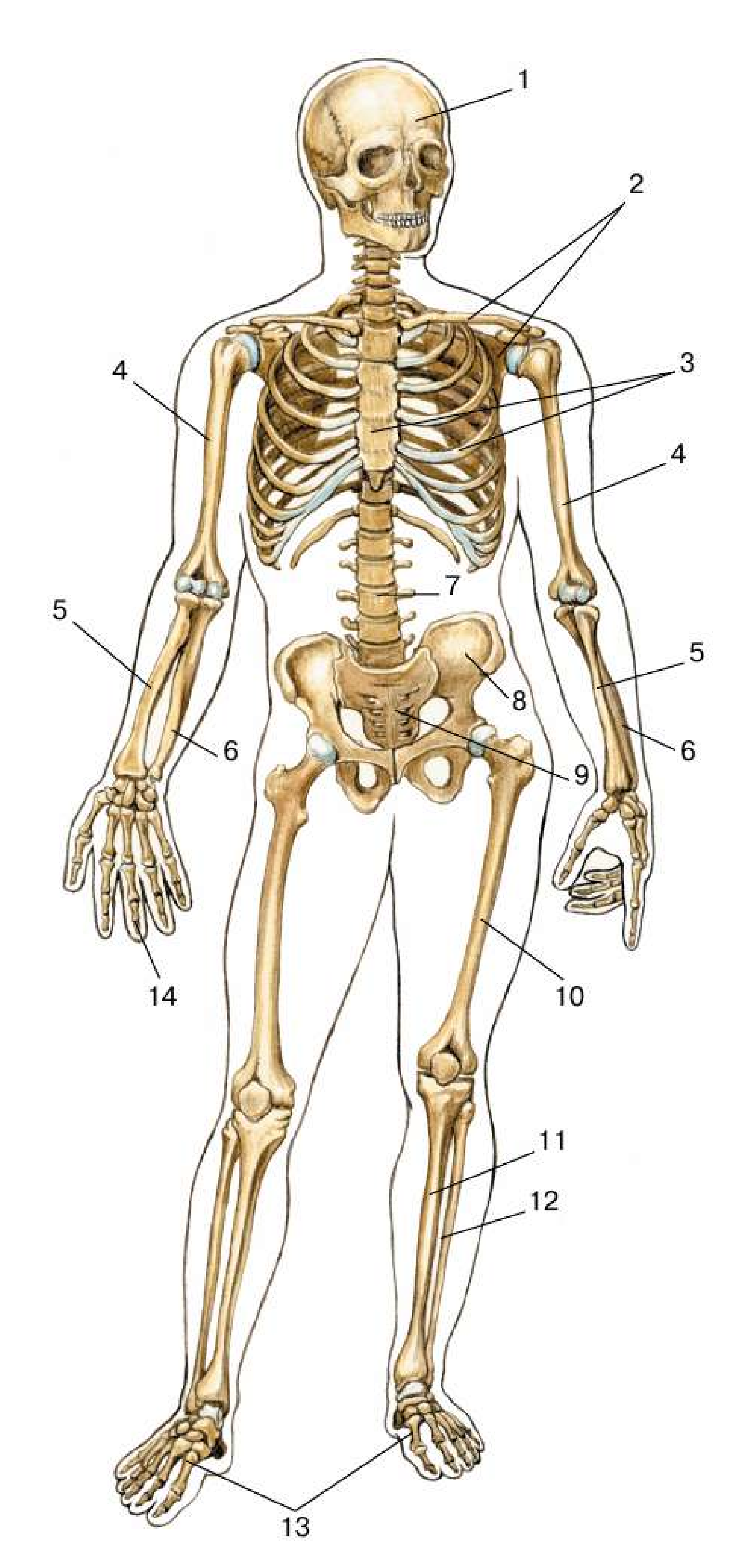


Рис. 26. Скелет человека:
1 — череп;
2 — плечевой пояс;
3 — рёбра, вместе с грудиной и грудным отделом позвоночника образующие грудную клетку;
4 — плечевая кость;
5 — лучевая кость;
6 — локтевая кость;
7 — позвоночник (поясничный отдел);
8 — таз; 9 — крестец;
10 — бедренная кость;
11 — большеберцовая кость;
12 — малоберцовая кость;
13 — кости стопы;
14 — кости кисти

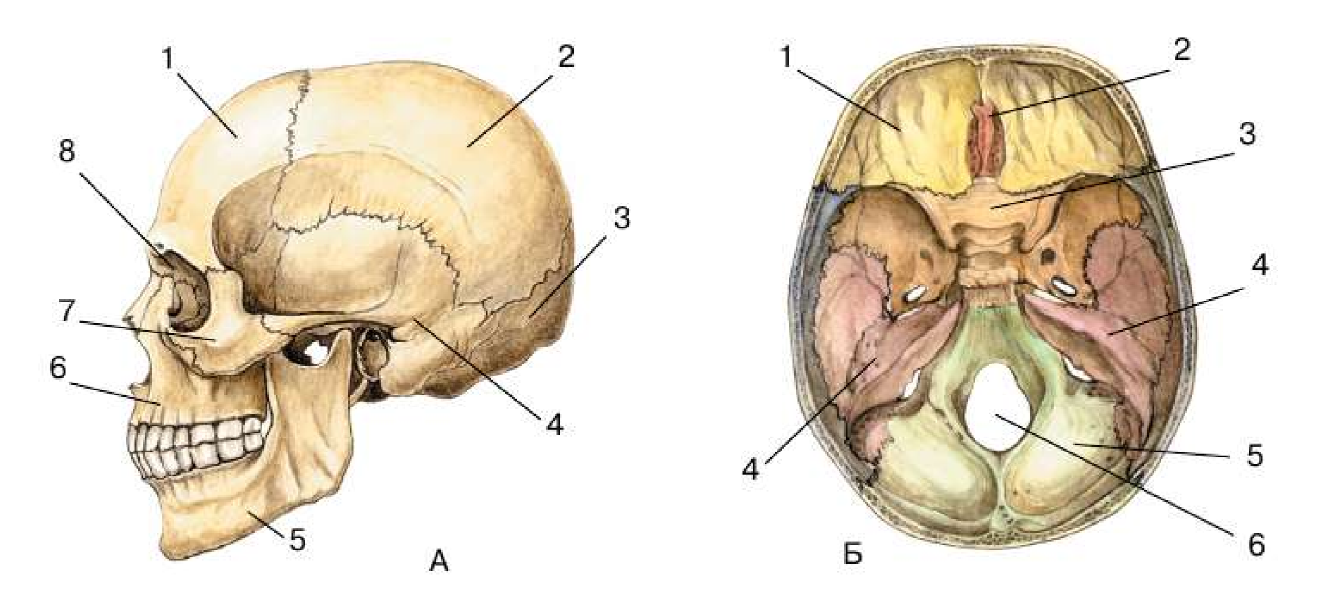


Рис. 27. Череп человека:
А — вид в профиль: 1 — лобная кость; 2 — теменная кость;
3 — затылочная кость; 4 — височная кость; 5 — нижняя челюсть;
6 — верхняя челюсть; 7 — скуловая кость; 8 — глазница;
Б — дно мозговой части черепа: 1 — чешуя лобной кости;
2 — решётчатая кость; 3 — клиновидная кость; 4 — пирамидный отросток
височной кости; 5 — затылочная кость; 6 — затылочное отверстие

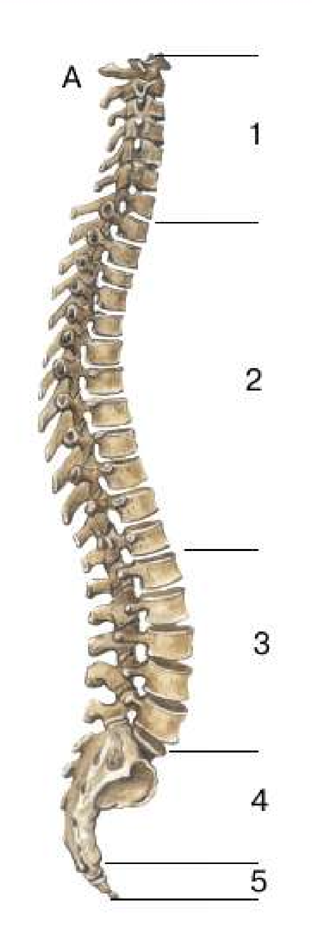


Рис. 28. Позвоночник: А — отделы позвоночника:
1 — шейный; 2 — грудной; 3 — поясничный;
4 — крестцовый; 5 — копчиковый.
Позвонки: Б — шейного отдела; В — грудного отдела;
Г — поясничного отдела; 1 — остистый отросток;
2 — тело позвонка; 3 — дуга; 4 — поперечные отростки;
5 — верхний суставной отросток

на равновесия. В мозговой части черепа находится головной мозг.

Лицевой отдел черепа состоит из 15 костей, самые крупные из которых это верхняя и нижняя челюсти, скуловые и носовые кости. Форму и размер носа определяют носовые кости. Сквозь отверстия непарной решётчатой кости проходят волокна обонятельного нерва.

Кости мозгового и лицевого черепа неподвижно соединены между собой, за исключением нижней челюсти. Она может двигаться не только вверх и вниз, но и влево-вправо, вперёд-назад. Это позволяет пережёвывать пищу и членораздельно говорить. Нижняя челюсть снабжена подбородочным выступом, к которому прикрепляются мышцы, участвующие в речи.

Скелет туловища. Основу скелета туловища составляет *позвоночник* (рис. 28, А). Он образован отдельными *позвонками* (рис. 28, Б, В, Г). Каждый позвонок имеет *тело, дугу* и *отростки*. Тело и дуга позвонка образуют кольцо. Позвонки расположены один под другим так, что их кольца образуют *позвоночный канал*. В нём находится спинной мозг (рис. 29).



Между телами позвонков лежат *межпозвоночные хрящевые диски*. Они придают позвоночному столбу подвижность, упругость и смягчают сотрясения при беге, ходьбе, прыжках.



Позвоночник человека имеет *четыре изгиба*: *шейный, грудной, поясничный, крестцовый* (у млекопитающих животных — только шейный и крестцовый). Благодаря S-образной форме позвоночник способен пружинить и выполнять роль рессоры, уменьшая толчки при движении. Это является приспособлением к прямохождению.

В позвоночнике различают *отделы*: *шейный, грудной, поясничный, крестцовый, копчиковый* (см. рис. 28).

Как у всех млекопитающих, в *шейном отделе* позвоночника человека семь позвонков. С первым шейным позвонком череп сочленяется при помощи двух мыщелков. Благодаря этому сочленению можно поднимать и опускать голову. Любопытно, что первый шейный позвонок не имеет тела: оно приросло к телу второго шейного позвонка и образовало зуб — ось, вокруг которой в горизонтальной плоскости вращается первый шейный позвонок вместе с головой, когда жестом мы показываем отрица-

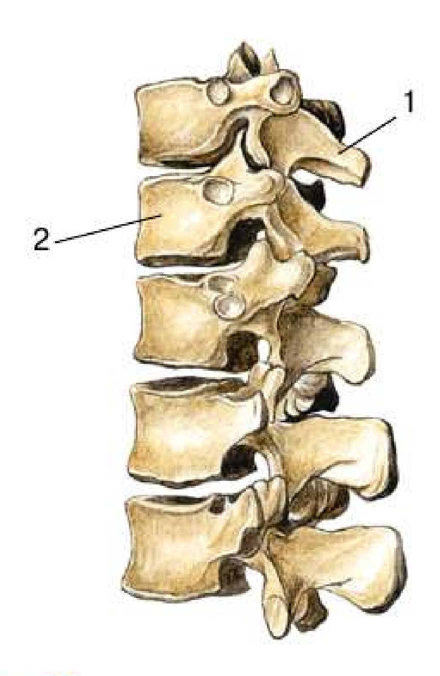


Рис. 29. Участок позвоночного столба (хрящевые диски не показаны): 1 — остистый отросток; 2 — тело позвонка

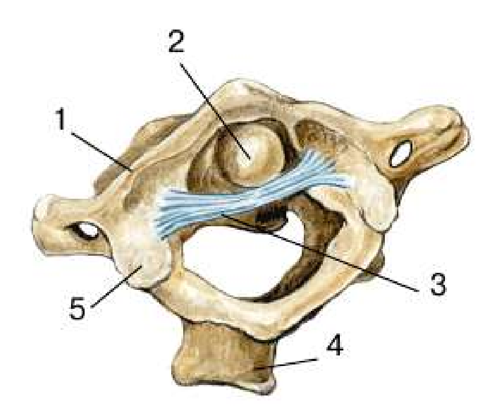


Рис. 30. Два первых шейных позвонка: 1 — первый шейный позвонок (без тела); 2 — зуб второго шейного позвонка, образованный путём срастания тел первого и второго шейных позвонков; 3 — связка, разделяющая костный зуб и спинной мозг; 4 — второй шейный позвонок; 5 — суставная ямка для сочленения мыщелков черепа с первым шейным позвонком

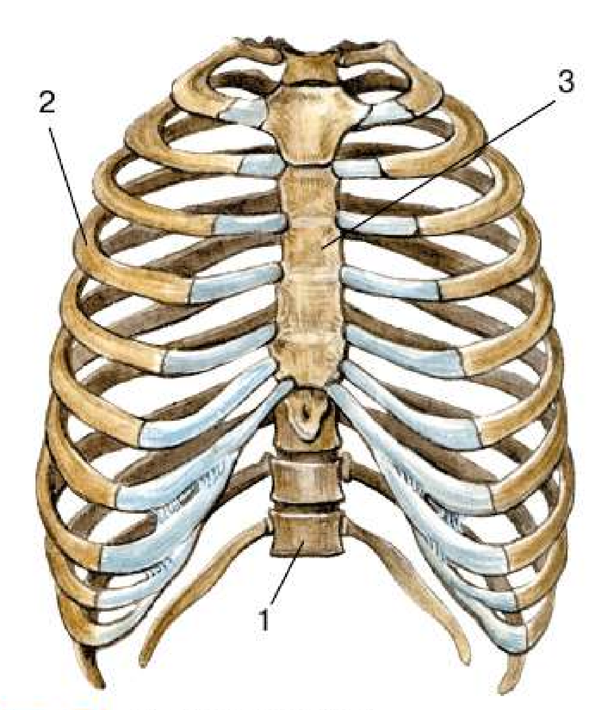


Рис. 31. Грудная клетка: 1 — грудной отдел позвоночника; 2 — рёбра; 3 — грудина

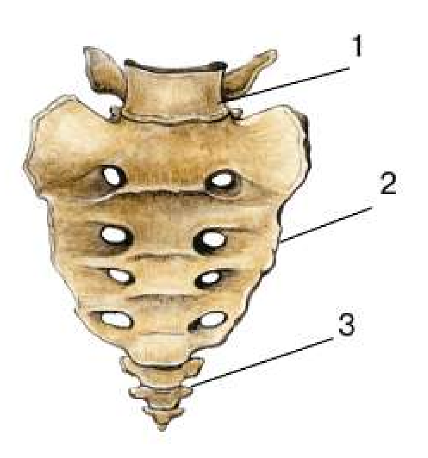


Рис. 32. Крестцовый и копчиковый отделы позвоночника: 1 — пятый поясничный позвонок; 2 — крестец; 3 — копчик

ние (рис. 30). От спинного мозга зуб отделяет связка из соединительной ткани. У грудных детей она непрочна, поэтому, удерживая их в вертикальном положении, головку необходимо поддерживать во избежание травмы.

Грудной отдел позвоночника состоит из 12 позвонков, к которым прикрепляются *рёбра*. Из них 7 пар рёбер полуподвижно крепятся к грудине, 3 пары через хрящи соединены с вышележащими рёбрами. Две нижние пары рёбер оканчиваются свободно. Грудной отдел позвоночника, рёбра и грудина образуют *грудную клетку* (рис. 31).

Поясничный отдел состоит из 5 позвонков, достаточно массивных, поскольку им приходится выдерживать основную тяжесть тела.

Следующий *крестцовый отдел* состоит из 5 сросшихся позвонков, составляющих одну кость — *крестец* (рис. 32). Если поясничный отдел обладает высокой подвижностью, то крестцовый неподвижен и очень прочен. При вертикальном положении тела на него падает значительная на-грузка.

Наконец, последний отдел позвоночника — *копчик*. Он состоит из 4—5 сросшихся маленьких позвонков.

ОСЕВОЙ СКЕЛЕТ, ДОБАВОЧНЫЙ СКЕЛЕТ, МОЗГОВОЙ И ЛИЦЕВОЙ ОТДЕЛЫ ЧЕРЕПА, ПОЗВОНОК, МЕЖПОЗВОНОЧНЫЙ ДИСК, ОТДЕЛЫ ПОЗВОНОЧНИКА: ШЕЙНЫЙ, ГРУДНОЙ, ПОЯСНИЧНЫЙ, КРЕСТЦОВЫЙ, КОПЧИКОВЫЙ; ГРУДНАЯ КЛЕТКА, РЁБРА, ГРУДИНА.

Вопросы

1. Какие части скелета относят к осевому скелету, а какие — к добавочному?
2. Каково значение межпозвоночных хрящевых дисков?
3. Какое значение имеет неподвижное соединение костей черепа, за исключением нижней челюсти?
4. Как череп прикрепляется к позвоночнику? Почему головку новорождённого надо придерживать?

Задания

1. Объясните значение S-образного изгиба позвоночника человека.
2. Расскажите о строении и функциях грудной клетки.

3. Нагните голову и прощупайте на границе шейного и грудного отделов седьмой шейный позвонок.
4. Используя материал предыдущих курсов биологии, сравните форму грудной клетки человека и других млекопитающих, например собаки. В чём их различия? Как вы думаете, с чем это связано?
5. Владимирский князь Андрей Боголюбский, живший в XII в., по свидетельству современников, был человеком гордым: ни перед кем главы не клонил и никому чести не оказывал.И только через 800 лет учёные, восстанавливая облик князя по его костным останкам, установили то, о чём не догадывались приближённые князя. Используя дополнительные источники информации, выясните, почему Андрей Боголюбский всегда ходил с высоко поднятой головой.

§ 12. Добавочный скелет: скелет поясов и свободных конечностей. Соединение костей

1. Какие отделы составляют добавочный скелет?
2. В чём проявляется приспособление верхних конечностей к труду, а нижних конечностей к опоре?
3. Какие функции выполняют разные виды соединения костей?

К добавочному скелету относят скелеты свободных верхних и нижних конечностей и их поясов.

Скелет верхних конечностей состоит из скелета плечевого пояса и скелетов свободных конечностей. Он приспособлен к выполнению разнообразных сложных движений, в том числе связанных с трудовой деятельностью, и отличается большой подвижностью (рис. 33).

***Пояс верхних конечностей* (*плечевой пояс*)** включает две *лопатки* и две *ключицы*. С осевым скелетом соединены только ключицы. Каждая из них одним концом с помощью хряща сочленяется с грудиной, другим — с лопаткой. Лопатки же лежат свободно среди

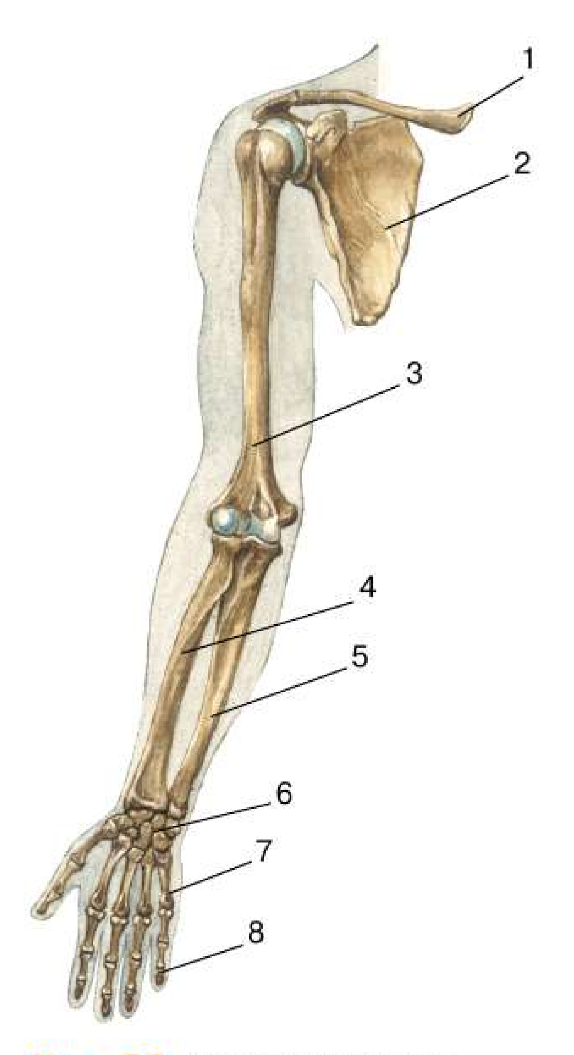


Рис. 33. Скелет плечевого пояса и руки: 1 — ключица; 2 — лопатка; 3 — плечевая кость; 4 — лучевая кость; 5 — локтевая кость; 6 — кости запястья; 7 — кости пясти; 8 — кости фаланг пальцев

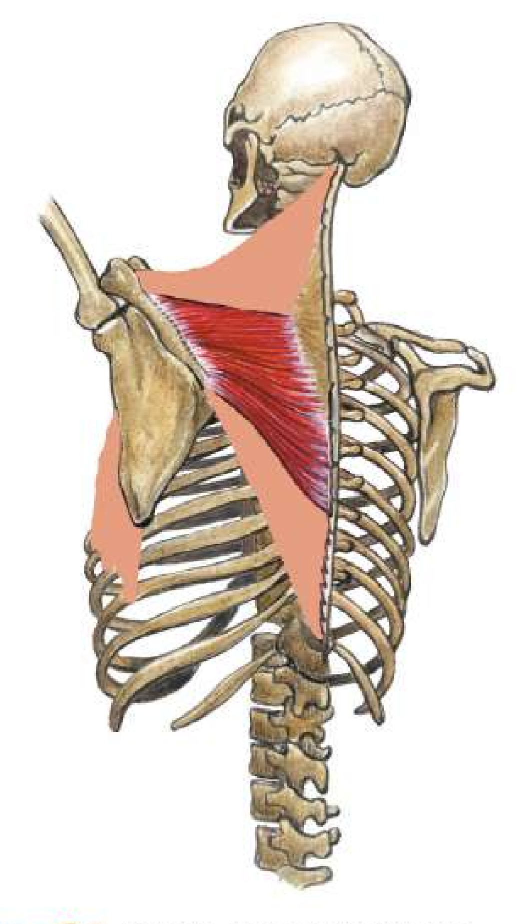


Рис. 34. Схема, показывающая роль плечевого пояса в подъёме руки вертикально вверх. Цветом выделены мышцы спины, поворачивающие лопатку суставной поверхностью вверх

спинных мышц и, соединяясь с плечевой костью, участвуют вместе с ключицами в движении руки. Так, подъём руки над головой возможен только с участием плечевого пояса (рис. 34).

Скелет руки (свободной верхней конечности) состоит из *плечевой кости*, двух костей *предплечья — локтевой* и *лучевой*, а также костей *кисти*. В кисти три части: *запястье*, *пясть* и *фаланги пальцев* (см. рис. 33).

Большой палец руки противопоставлен четырём другим пальцам. Вы легко можете прикоснуться кончиком

большого пальца к кончику любого из остальных четырёх пальцев. Гибкая кисть и подвижные пальцы — это важное преимущество человека. Благодаря этому мы можем выполнять мелкие и точные движения, необходимые для трудовой деятельности. Подвижное сочленение костей кисти позволяет собирать мелкие предметы в горсть, удерживать их, вращать и перемещать небольшие предметы на некоторые расстояния, то есть выполнять не только силовые, но и точные движения, что недоступно даже человекообразным обезьянам.

Скелет нижних конечностей имеет ряд особенностей, связанных с прямохождением. Он отличается большой прочностью, которая достигается за счёт некоторого ограничения подвижности.

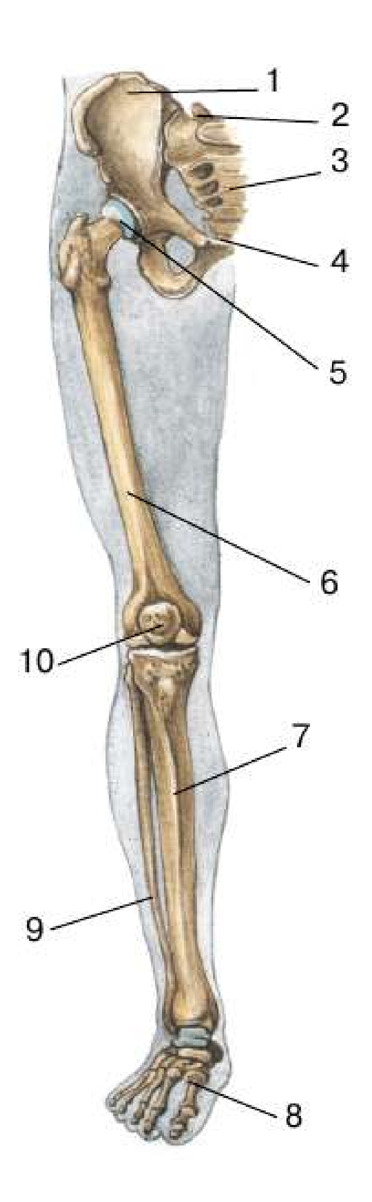
Пояс нижних конечностей (***тазовый пояс***) представлен *тазовыми костями* (рис. 35). Это плоские кости, практически неподвижно сочленённые с крестцом. Тазовые кости вместе с прикрепляющимися к ним мощными мышцами образуют дно брюшной полости, на которое опираются все внутренние органы.

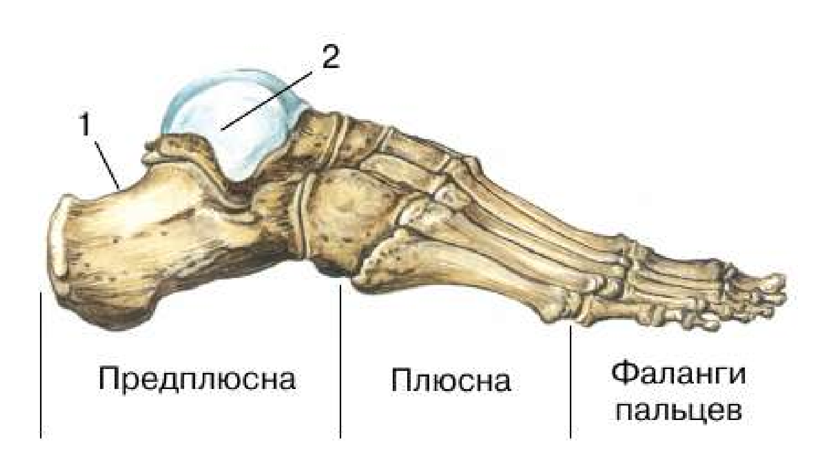
Скелет ноги (свободной нижней конечности) начинается *бедренными* костями, которые под углом прикрепляются к тазовым костям, образуя прочную арку, способную выдержать большие нагрузки. Обратите внимание на расположение губчатого вещества: костные перекладины в нём расположены перпендикулярно друг к другу и в соседних костях одинаково направлены. Они совпадают с силами сжатия и растяжения, воздействующими на кости (см. рис. 25, Б, В). Суставная головка бедренных костей круглая, движения возможны в любую сторону, но они ограничены связками.

В *голени*, как и в предплечье, две кости: *большеберцовая* и *малоберцовая*. Большеберцовая кость сочленяется и со *стопой*, и с бедром. Это значительно увеличивает прочность, но снижает подвижность. Малоберцовая кость находится со стороны мизинца и несёт меньшую нагрузку.

Стопа человека, как и его кисть, состоит из трёх частей: *предплюсны, плюсны* и *фаланг пальцев* (рис. 36). В предплюсне наиболее массивны *таранная* и *пяточная* кости.

Рис. 35. Кости пояса нижних конечностей и ног с частью позвоночника:
1 — таз; 2 — поясничный позвонок;
3 — крестец; 4 — копчик; 5 — головка бедренной кости; 6 — бедренная кость;
7 — большеберцовая кость; 8 — кости стопы;
9 — малоберцовая кость;
10 — коленная чашечка





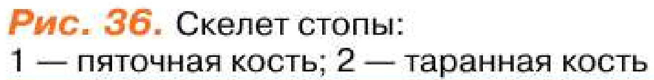


Рис. 36. Скелет стопы:
1 — пяточная кость; 2 — таранная кость

Подошва ноги имеет *продольные* и *поперечные* своды. Благодаря этому она пружинит при ходьбе и беге, смягчает толчки при движениях.

Соединения костей. В скелете человека насчитывают более 200 костей, которые соединены между собой. Характер соединения зависит от той функции, которую выполняют те или иные кости. Все соединения подразделяют на три группы: непрерывные, полусуставы (симфизы) и прерывные (суставы).

Непрерывные соединения осуществляются с помощью различных видов соединительной ткани. При этом между соединяющимися костями нет никакой полости или щели. Непрерывные соединения очень прочные, однако их подвижность ограничена или вообще отсутствует.

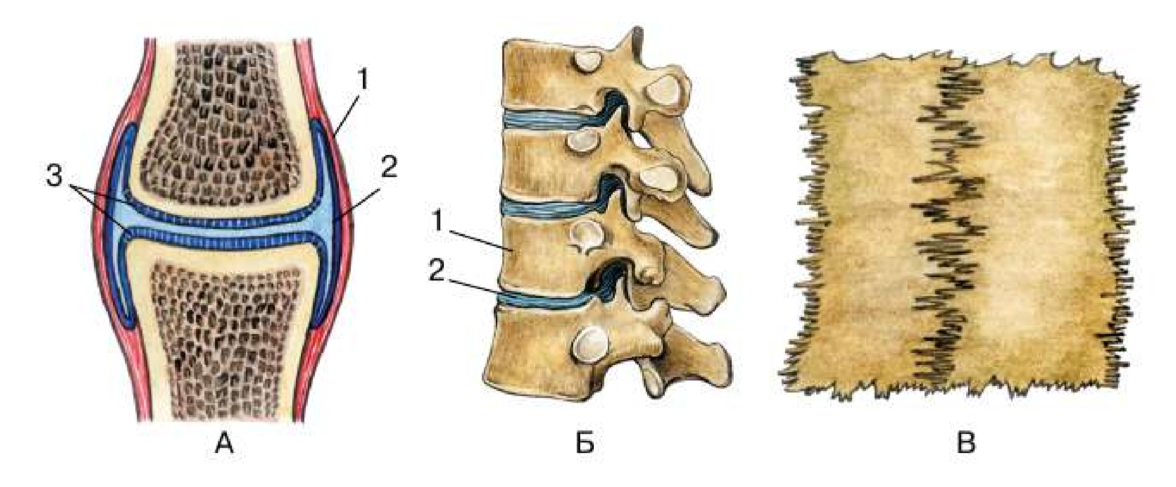


Рис. 37. Типы соединения костей:
А — сустав: 1 — связки; 2 — суставная сумка; 3 — суставный хрящ; Б — симфизы: 1 — тело позвонка; 2 — межпозвоночный диск; В — непрерывные соединения — швы

Если взглянуть на соединения костей лобной и теменных или теменных и затылочной, то можно заметить, что выступы и шипы одной кости входят в пазы другой. Образуется своеобразный *шов*, дающий очень прочное *неподвижное* соединение (рис. 37, В).

В процессе роста между соединяющимися краями костей черепа образуется тонкая прослойка волокнистой соединительной ткани. В дальнейшем, с возрастом, коллагеновые волокна пропитываются солями кальция, и волокнистая ткань превращается в костную. В зависимости от конфигурации краёв соединяющихся костей различают зубчатый, плоский и чешуйчатый швы.

Некоторые кости соединяются между собой посредством эластичного *хряща*, как, например, рёбра с грудиной. Эти соединения обеспечивают относительную подвижность. Хрящ эластичен, и кости могут смещаться относительно друг друга.

Симфизы (от греч. symphysis — срастание) также представляют собой хрящевые соединения. При этом в толще хряща имеется небольшая, заполненная жидкостью щелевидная полость. Таким способом соединяются, например, тела позвонков (межпозвоночные диски).

Прерывные соединения — суставы. В непрерывных соединениях одна кость как бы переходит в другую кость или хрящ. Но есть соединения, в которых кости полностью обособлены друг от друга и сохраняют высокую

подвижность. Они лишь примыкают одна к другой. Такие соединения костей называют прерывными соединениями или *суставами* (рис. 37, А и 38).

Рассмотрим строение и функции подвижного соединения на примере тазобедренного сустава (см. рис. 38). Тазовые кости имеют с каждой стороны по *суставной ямке*, в каждую из которых входит головка бедренной кости: справа — правой, слева — левой. Поверхность

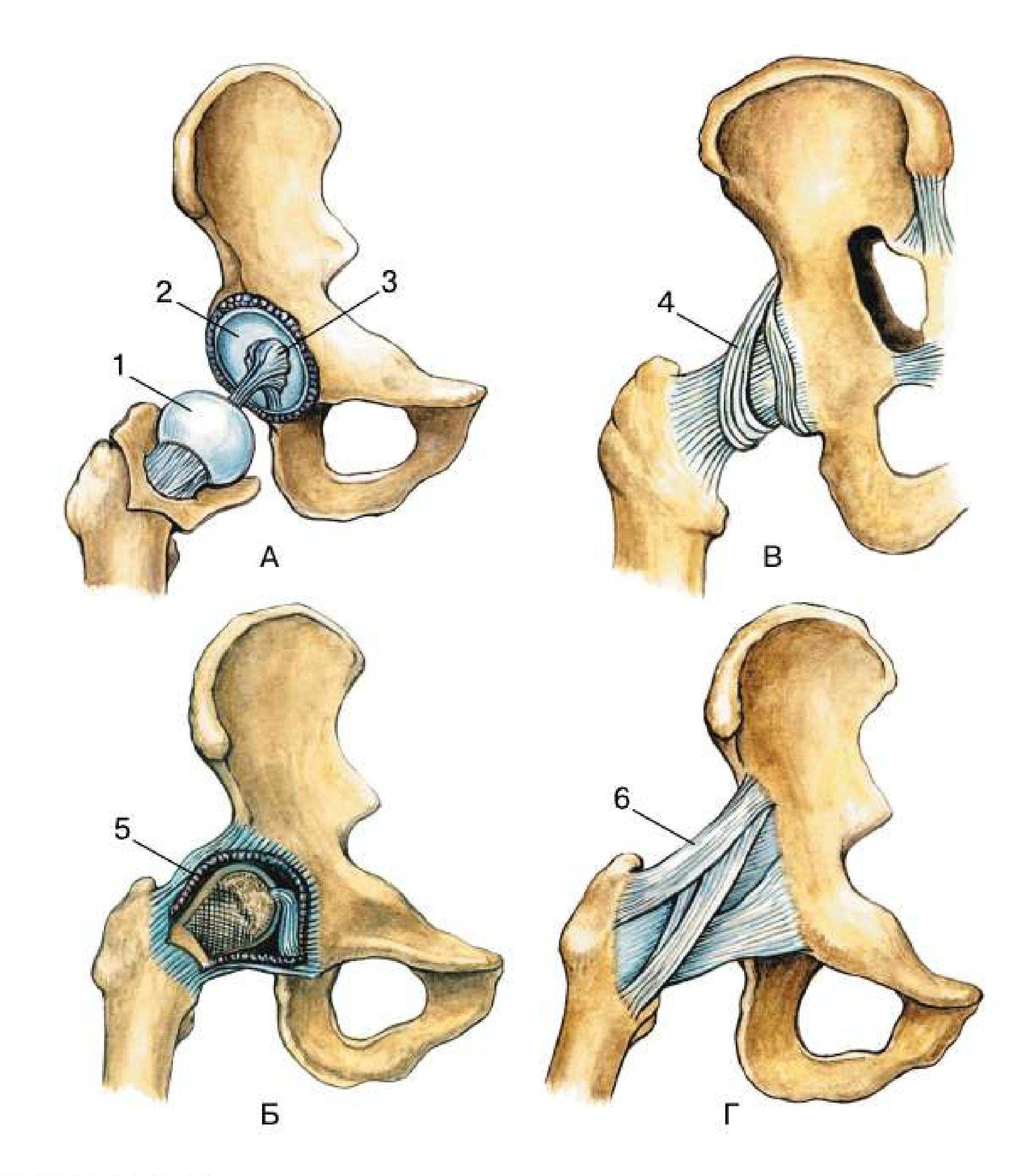


Рис. 38. Тазобедренный сустав:
А — вскрытый сустав с внутренней связкой; Б — положение костей в суставной сумке; В — кольцевая связка, удерживающая головку бедренной кости в суставной ямке тазовой кости; Г — наружные связки, укрепляющие тазобедренный сустав;
1 и 2 — суставные хрящевые поверхности; 3 — внутренняя связка;
4 — кольцевая связка; 5 — суставная полость; 6 — наружные связки

суставной головки и суставной ямки покрыта очень гладким *суставным хрящом*. Надкостницы в суставе нет, её замещает суставный хрящ. Обе кости скреплены *связками* и заключены в *суставную сумку*. Полость сустава герметично закрыта. Внутри её давление ниже атмосферного. Вследствие этого кости прижаты одна к другой. Прочность сустава уменьшится, если внутрь суставной сумки попадёт воздух. Это может случиться при травме сустава.

Внутренняя стенка суставной сумки непрерывно выделяет *суставную жидкость*. Она смазывает трущиеся поверхности суставных хрящей и облегчает движение.

Подвижность сустава обеспечивается формой суставных поверхностей сочленяющихся костей, суставным хрящом и суставной жидкостью, а прочность сустава — суставной сумкой, связками и более низким давлением внутри сустава по сравнению с давлением наружного воздуха.

Особенность суставов состоит в том, что они не только обеспечивают подвижность костей, но и в любой момент могут зафиксировать кости в нужном положении, лишить их подвижности. Например, мы не только можем сгибать и разгибать руку в суставе, поднимая и опуская груз, но и способны удержать груз в разогнутой или согнутой под любым углом руке. Это возможно потому, что в суставной сумке есть складки. И когда мышцы прижимают головки костей друг к другу, суставная жидкость уходит в складки суставной сумки, а хрящ одной кости вдавливается в суставный хрящ другой кости. Вследствие этого трение возрастает, поверхности костей не скользят.

ПЛЕЧЕВОЙ ПОЯС (ЛОПАТКИ, КЛЮЧИЦЫ); КОСТИ РУКИ: ПЛЕЧЕВАЯ, ЛОКТЕВАЯ И ЛУЧЕВАЯ, КОСТИ КИСТИ; ТАЗОВЫЙ ПОЯС (ТАЗОВЫЕ КОСТИ); КОСТИ НОГИ: БЕДРЕННАЯ, БОЛЬШЕБЕРЦОВАЯ И МАЛОБЕРЦОВАЯ, КОСТИ СТОПЫ; СОЕДИНЕНИЯ КОСТЕЙ: НЕПРЕРЫВНЫЕ И ПРЕРЫВНЫЕ.

Вопросы

1. Сравните строение предплечья и голени. В чём их сходство и различие?
2. Чем можно объяснить, что в скелете человека существуют разные типы соединения костей?

3. Какие функции выполняют суставные хрящи, суставная сумка, связки и суставная жидкость?
4. Как вы считаете, почему поверхности суставной головки и суставной ямки не покрыты надкостницей?

Задания

1. Изобразите схематично принципиальное строение сустава. Объясните, почему суставная полость заполнена жидкостью, а не воздухом.
2. Используя дополнительную литературу и ресурсы Интернета, найдите информацию о типах суставов. Выберите критерии и составьте классификацию суставов.
3. Вспомните из предыдущих курсов биологии, у всех ли млекопитающих есть ключицы. Если нет, то объясните почему.
4. Рассмотрите стопу, которая изображена на рисунке скелета, сделанном под руководством Везалия (см. рис. 3). Какая неточность была допущена великим анатомом Возрождения в изображении строения стопы?
5. Составьте и заполните схему «Скелет человека».

Эксперименты

1. Докажите, что плечевой пояс не только соединяет кости руки с осевым скелетом, но и увеличивает подвижность руки.
   Положите левую руку на правую ключицу и медленно поднимайте правую руку. Правая ключица остаётся неподвижной, пока рука поднимается до горизонтального положения, после чего приходит в движение. Какое из этих движений происходит с участием плечевого пояса?
2. Выясните, участвует ли в движении руки вверх лопатка, или оно осуществляется только за счёт ключицы (см. рис. 34).
   Опустите поднятую руку, после чего нащупайте другой рукой нижний угол правой лопатки. Теперь поднимите правую руку вверх и убедитесь, что при подъёме руки до горизонтального уровня лопатка неподвижна, а при продолжении движения вверх до вертикального положения лопатка смещается вверх и в сторону. Это происходит потому, что мышцы спины, поворачивая лопатку плечевым суставом вверх, приводят плечо в вертикальное положение. Какова роль лопатки в движении руки?

§ 13. Строение мышц

1. Из каких тканей состоят скелетные мышцы и их сухожилия?

2. Почему противоположные движения выполняются разными мышцами?

3. Какие основные группы мышц выделяют в теле человека?

Микроскопическое строение скелетных мышц. Скелетные мышцы состоят из пучков поперечнополосатых мышечных волокон. Они содержат сократительные нити, состоящие из двух разных белков, и потому кажутся поперечно исчерченными. Каждый мышечный пучок покрывает соединительнотканная плёнка, а всю мышцу в целом, состоящую из множества пучков, — общая оболочка — *фасция* (рис. 39). Она состоит также из соединительной ткани. Благодаря чётко очерченным пучкам сила тяги прикладывается к строго определённым частям кости.

Макроскопическое строение мышц. В строении многих мышц различают *брюшко* и *сухожилия*. Брюшко состоит из множества пучков поперечнополосатых мышеч-

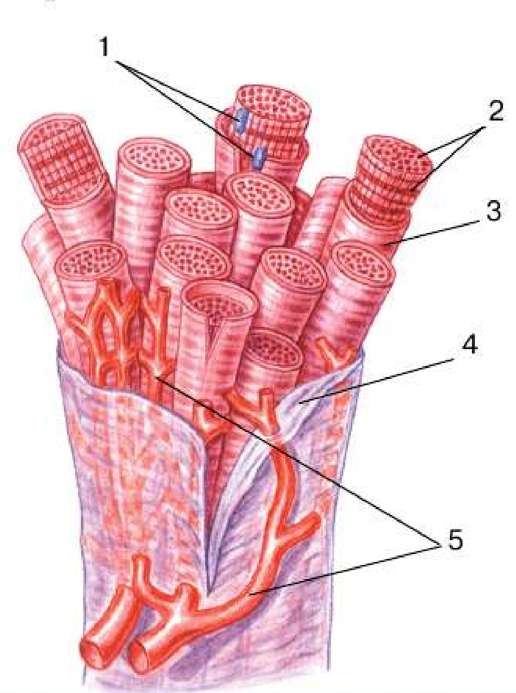


Рис. 39. Мышечный пучок:
1 — ядра мышечного волокна;
2 — сократительные нити мышечного волокна; 3 — покровная мембрана мышечного волокна;
4 — соединительнотканная оболочка (фасция), объединяющая группу мышечных волокон, действующих в одном направлении;
5 — кровеносные сосуды

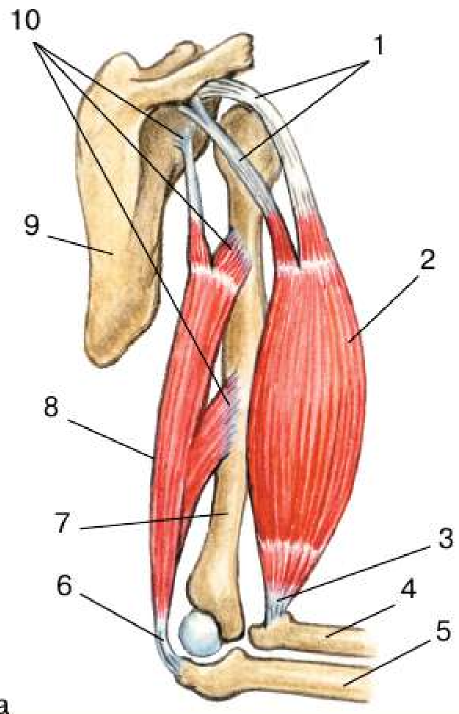


Рис. 40. Мышцы-сгибатели и мышцы-разгибатели:
1 — сухожилия головки двуглавой мышцы плеча;
2 — тело двуглавой мышцы;
3 — хвост двуглавой мышцы;
4 — лучевая кость;
5 — локтевая кость;
6 — хвост трёхглавой мышцы плеча;
7 — плечевая кость;
8 — брюшко трёхглавой мышцы;
9 — лопатка; 10 — головки трёхглавой мышцы плеча

ных волокон, покрытых соединительнотканными оболочками. Эти оболочки за пределами волокон срастаются друг с другом, образуя сухожилия, с помощью которых мышца прикрепляется к костям. Они тесно срастаются с надкостницей и при активной работе мышцы вырабатывают межклеточное костное вещество. Вот почему у людей физического труда и спортсменов шероховатость и бугристость на костях в местах прикрепления мышц выражены сильнее. Сухожилие — очень прочная структура. При травме оно обычно не разрывается, а отрывается от мышцы или кости.

То сухожилие, которое прикрепляется к костям, остающимся при движении малоподвижными, называют *головками* мышцы, а то, что прикрепляется к подвижным костям, — *хвостом* (рис. 40).

В скелетной мышце хорошо развиты кровеносные и лимфатические сосуды. К ней подходят нервы, которые регулируют её работу.

Движения в суставах. Мышца может подтягивать, но не может отталкивать кости, поэтому противоположные движения выполняют разные мышцы: одни сгибают, другие раз-

гибают, одни приводят руку к туловищу, другие отводят, одни вращают кость по часовой стрелке, другие — против. Мышцы противоположного действия называют *антагонистами*, мышцы, действующие в одном направлении, — *синергистами*. Бывает, что одни и те же группы мышц в одном движении участвуют как антагонисты, а в другом — как синергисты.



Лабораторная работа

Мышцы человеческого тела

Используя рисунки и анатомическое описание, определите местоположение мышечных групп и выполняемые ими движения.

I. Мышцы головы (рис. 41).

Мимические мышцы прикрепляются к костям, коже или только к коже, *жевательные* — к костям неподвижной части черепа и к нижней челюсти.

Задание 1. Определите функцию *височных мышц*. Приложите руки к своим вискам и сделайте жевательные движения. Мышца напрягается, так как она поднимает нижнюю челюсть вверх. Найдите жевательную мышцу. Она находится около челюстных суставов, примерно

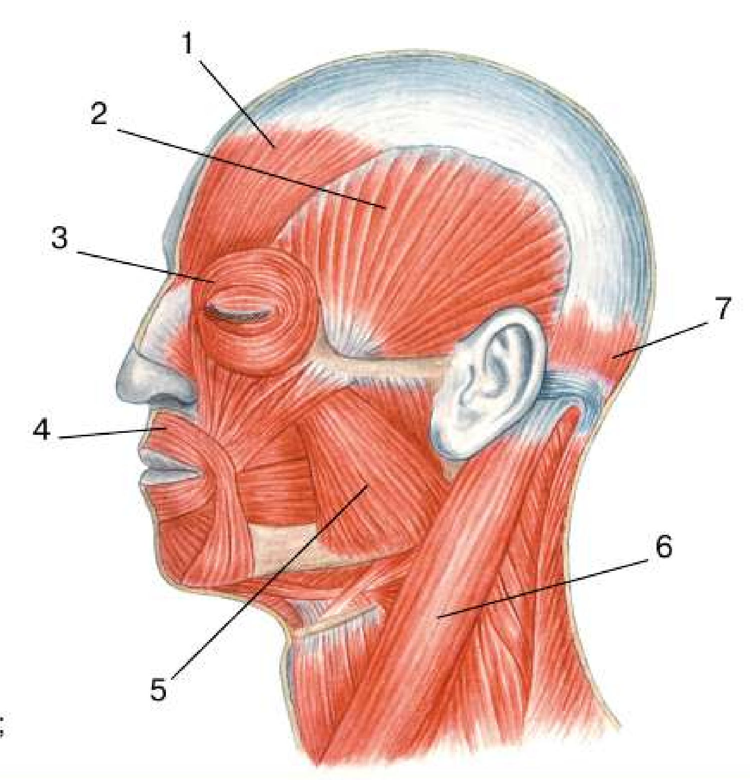


Рис. 41. Мышцы головы:
1 — лобная;
2 — височная;
3 — круговая глаза;
4 — круговая рта;
5 — жевательная;
6 — грудино-ключично-сосцевидная;
7 — затылочная

на 1 см впереди них. Определите: височные и жевательные мышцы — синергисты или антагонисты?

Задание 2. Познакомьтесь с функцией мимических мышц. Возьмите зеркало и наморщите лоб, что мы делаем, когда недовольны или когда задумались. Сокращается *надчерепная мышца*. Найдите её на рисунке. Пронаблюдайте функцию *круговой мышцы глаза* и *круговой мышцы рта*. Первая закрывает глаз, вторая — рот.

II. Грудино-ключично-сосцевидная мышца на передней поверхности шеи (см. рис. 41).

Задание 3. Поверните голову вправо и прощупайте левую *грудино-ключично-сосцевидную мышцу*. Поверните голову влево и обнаружьте правую. Эти мышцы поворачивают голову влево, вправо, действуя как антагонисты, но, когда сокращаются вместе, становятся синергистами и опускают голову вниз.

III. Мышцы туловища спереди (рис. 42).

Задание 4. Найдите *большую грудную мышцу*. Эта парная мышца напрягается, если согнуть руки в локте и с усилием сложить их на груди.

Задание 5. Рассмотрите на рисунке мышцы живота, образующие *брюшной пресс*. Они участвуют в дыхании, наклонах туловища в стороны и вперёд, в переводе туловища из лежачего в сидячее положение при фиксированных ногах.

Задание 6. Найдите *межрёберные мышцы*: наружные осуществляют вдох, внутренние — выдох.

IV. Мышцы туловища сзади (см. рис. 42).

Задание 7. Найдите на рисунке *трапециевидную мышцу*. Если свести лопатки и запрокинуть голову назад, она будет напряжена.

Задание 8. Найдите *широчайшую мышцу спины*. Она опускает плечо вниз и отводит руки за спину.

Задание 9. Вдоль позвоночника находятся *глубокие мышцы спины*. Они разгибают тело, откидывая корпус назад. Определите их положение.

Задание 10. Найдите *ягодичные мышцы*. Они отводят бедро назад. Глубокие мышцы спины и ягодичные мышцы у человека наиболее сильно развиты в связи с прямохождением. Они противостоят силе тяжести.

V. Мышцы руки (см. рис. 34, 40 и 42).

Задание 11. Найдите на рисунке *дельтовидную мышцу*. Она находится над плечевым суставом и отводит руку в сторону до горизонтального положения.



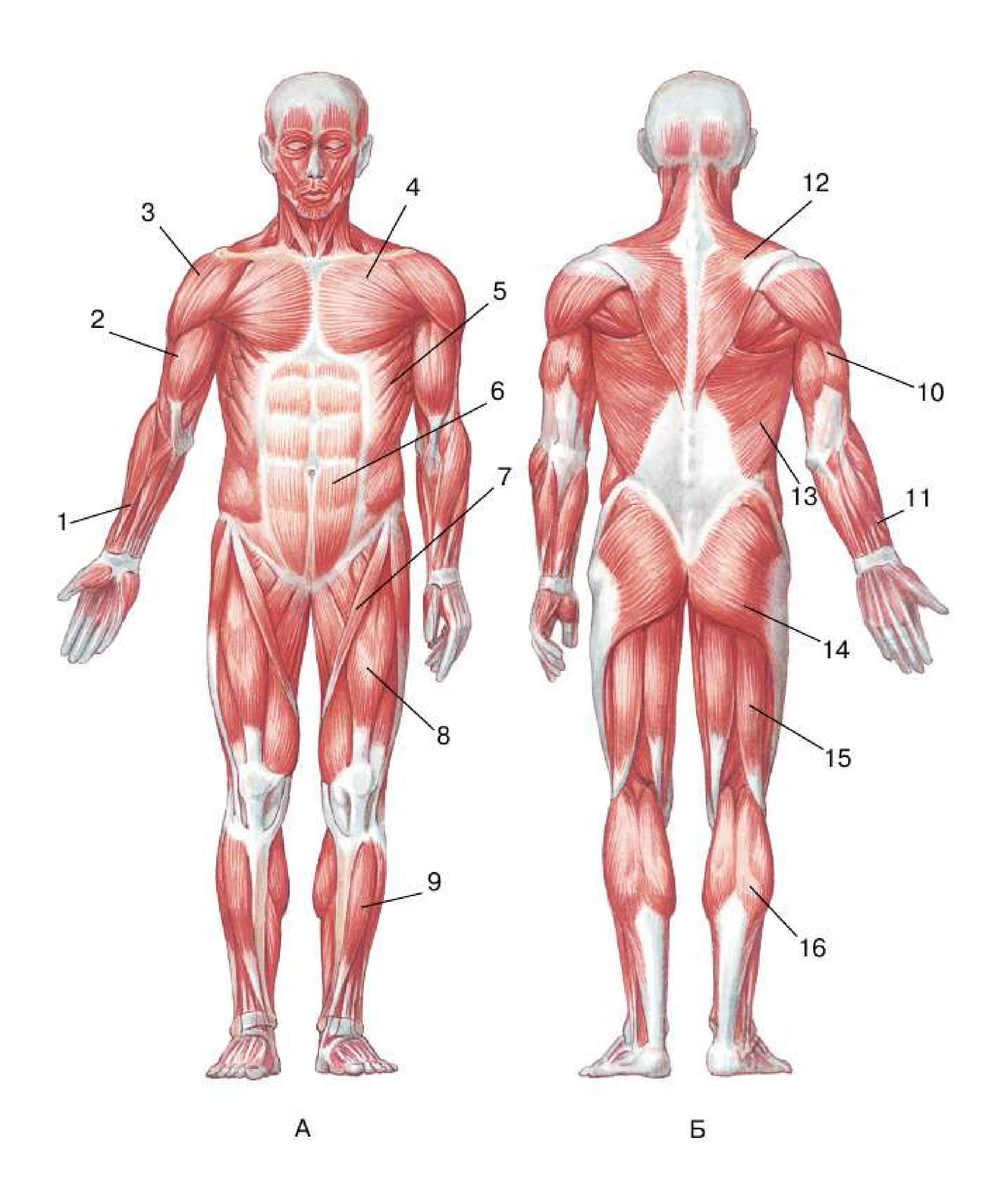


Рис. 42. Мышцы туловища и конечностей.
А — вид спереди. Мышцы руки: 1 — сгибатели кисти и пальцев; 2 — двуглавая мышца плеча; 3 — дельтовидная мышца. Мышцы туловища: 4 — большая грудная; 5 — зубчатая мышца; 6 — мышцы брюшного пресса. Мышцы ноги: 7 — портняжная; 8 — четырёхглавая бедра; 9 — большеберцовая мышца.
Б — вид сзади. Мышцы руки: 10 — трёхглавая мышца плеча; 11 — разгибатели кисти и пальцев. Мышцы туловища: 12 — трапециевидная; 13 — широчайшая мышца спины; 14 — ягодичная. Мышцы ноги: 15 — двуглавая бедра; 16 — икроножная

Задание 12. Найдите *двуглавую* и *трёхглавую мышцы плеча*. Они являются антагонистами или синергистами?

Задание 13. *Мышцы предплечья*. Чтобы понять их функцию, положите руку на стол ладонной стороной вниз. Прижмите её к столу, после чего сжимайте кисть в кулак и разжимайте её. Вы почувствуете, как сокращаются мышцы предплечья. Это происходит потому, что со стороны ладони на предплечье располагаются мышцы, *сгибающие кисть* и *пальцы*, а *разгибающие их* находятся на тыльной стороне предплечья.

Задание 14. Нащупайте около лучезапястного сустава со стороны ладонной поверхности сухожилия, которые идут к мышцам пальцев рук. Подумайте, почему эти мышцы находятся на предплечье, а не на кисти.

VI. Мышцы ноги (см. рис. 42).

Задание 15. На передней поверхности бедра расположена очень мощная *четырёхглавая мышца бедра*. Найдите её на рисунке. Она сгибает ногу в тазобедренном суставе и разгибает в коленном. Чтобы представить её функцию, надо вообразить удар футболиста по мячу. Её антагонистом являются ягодичные мышцы. Они отводят ногу назад. Действуя как синергисты, обе эти мышцы удерживают корпус в вертикальном положении, фиксируя тазобедренные суставы.
На задней поверхности бедра расположены три мышцы, сгибающие ногу в колене.

Задание 16. Поднимитесь на носки, вы чувствуете, как напряглись *икроножные мышцы*. Они находятся на задней поверхности голени. Эти мышцы хорошо развиты, потому что они поддерживают тело в вертикальном положении, участвуют в ходьбе, беге, прыжках.

БРЮШКО МЫШЦЫ, СУХОЖИЛИЯ, ГОЛОВКА И ХВОСТ МЫШЦЫ, МЫШЦЫ-АНТАГОНИСТЫ, МЫШЦЫ-СИНЕРГИСТЫ, МЫШЕЧНЫЕ ПУЧКИ, МЫШЕЧНОЕ ВОЛОКНО, СОЕДИНИТЕЛЬНОТКАННЫЕ ОБОЛОЧКИ МЫШЕЧНЫХ ПУЧКОВ, ФАСЦИИ.

Вопросы

1. Чем мышечное волокно скелетной мышцы отличается от клетки гладкой мышечной ткани?
2. Каково строение мышечного пучка?
3. Как функционируют мышцы-антагонисты и мышцы-синергисты?

Задания

1. Найдите примеры мышц-антагонистов и мышц-синергистов.
2. Укажите на рисунках 41 и 42 мышцы, которые могут работать в одном случае как антагонисты, а в другом как синергисты.
3. Используя дополнительную литературу и ресурсы Интернета, найдите материал о многообразии мышц. Составьте классификации мышц по форме, числу головок и брюшек, по расположению, функциям, направлению мышечных пучков. Предложите иные, собственные критерии для классификации скелетных мышц.

§ 14. Работа скелетных мышц и их регуляция

1. **Почему мышца способна сокращаться с различной силой?**
2. **Что такое тренировочный эффект и как он достигается?**
3. **Как работают мышцы-антагонисты в динамическом и статическом режимах?**

Двигательная единица. Мышечное волокно скелетной мышцы способно сократиться лишь после того, как получит нервные сигналы от *исполнительного* (*двигательного*[1]) нейрона из центральной нервной системы. Один двигательный нейрон и связанные с ним мышечные волокна называют *двигательной единицей*. Если в действие включается небольшое число двигательных единиц, сокращение слабое, если число двигательных единиц увеличено, сокращение мышц становится более сильным. Однако при самом сильном сокращении мышц хорошо тренированного человека одновременно сокращается небольшой процент двигательных единиц. При длительном сокращении они работают, поочерёдно сменяя друг друга: сначала одна группа, потом другая, потом третья и т. д.

Тренировочный эффект и энергетика мышечного сокращения. В начале тренировок успех нарастает довольно быстро за счёт увеличения числа двигательных единиц, вклю-

[1] Двигательные нейроны по-другому называют ещё моторными нейронами.

чающихся в действие одномоментно. Затем результаты нарастают медленнее, потому что начинают перестраиваться сами мышечные волокна. Нервная система лишь даёт импульс для начала и прекращения работы данной мышечной группы волокон. Энергия, за счёт которой сокращается мышечное волокно, выделяется в результате биологического окисления органического вещества, содержащегося в самом волокне. Основным энергетическим веществом для работы мышц является глюкоза, но при интенсивной нагрузке окисляются и вещества, содержащиеся в клеточных мембранах. Однако при этом в клетке синтезируется много веществ, способных компенсировать потери. Поэтому после работы во время отдыха восстанавливается гораздо больше того, что было израсходовано. Получается, что синтез обгоняет распад. В результате в мышечных волокнах увеличивается число сократительных нитей и митохондрий, при этом число самих волокон и их ядер не меняется. Это явление называют *тренировочным эффектом*.

Однако это происходит лишь в том случае, если физическое напряжение близко к предельному, а отдых и рациональное питание достаточны. Изнуряющий труд без необходимого отдыха и питания к успеху не приводит, так же как и бездействие.

Недостаток подвижности — гиподинамия. Малая подвижность снижает активность биологического окисления, перестают в достаточном количестве вырабатываться вещества, богатые энергией, за счёт которых образуются клеточные структуры: митохондрии, сократительные нити, мембраны клетки. Мышцы становятся дряблыми, теряют былую силу. Из костей уходят соли кальция. Они поступают в кровь, связываются с содержащимся там органическим веществом холестерином и образуют наросты на внутренних стенках сосудов, нарушающие кровообращение. Это называется атеросклерозом. Человек становится слабым и вялым.



Регуляция работы мышц-антагонистов. Чтобы лучше представить себе работу нервной системы, регулирующей мышечные сокращения, рассмотрим, как взаимодействуют

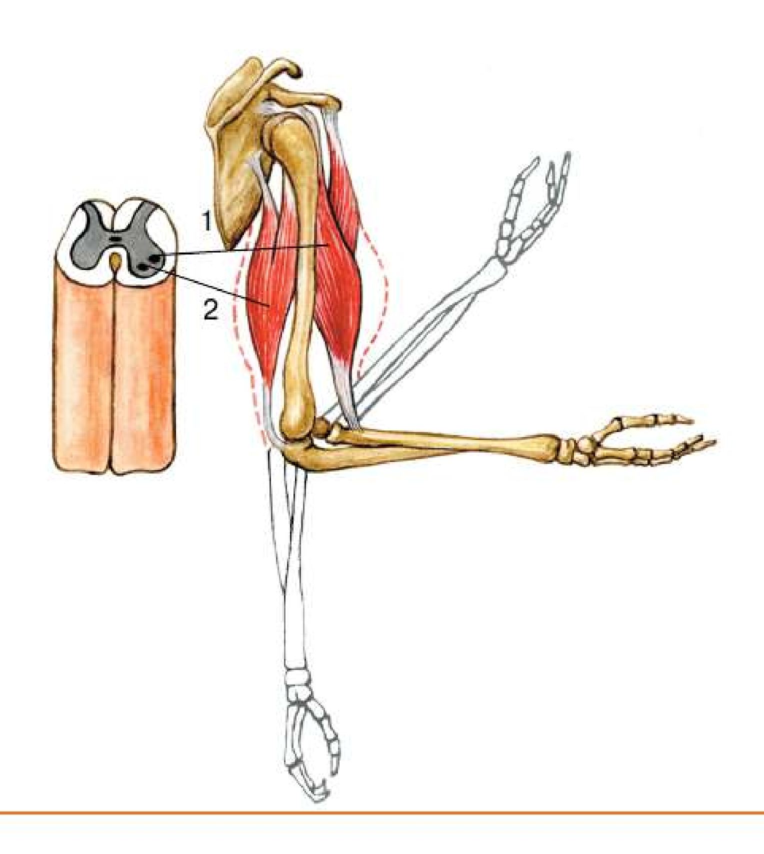


Рис. 43. Регуляция работы мышц-антагонистов. Спинномозговые центры:
1 — двуглавой мышцы плеча;
2 — трёхглавой мышцы плеча

нервные центры при сгибании и разгибании руки в локтевом суставе, а также при фиксации костей предплечья для удержания груза (рис. 43).

Если к двуглавой мышце приходят из нервного центра возбуждающие сигналы и она сокращается, то трёхглавая мышца расслабляется — не мешает действию двуглавой мышцы. Если сокращается трёхглавая мышца, то расслабляется двуглавая и не мешает разгибать руку. Такая координация движений происходит не в самих мышцах, а в нервных центрах, управляющих мышцами, и в ней участвуют тормозные нейроны.



Но что произойдёт, если требуется зафиксировать руку в нужном положении? Тогда возбудятся нервные центры всех мышц, участвующих в движении костей данного сустава. Двуглавая и трёхглавая мышцы в этом случае сократятся одновременно. Кости предплечья прижмутся к плечевой кости, и движение в суставе прекратится. Кости станут неподвижными относительно друг друга. Бывшие мышцы-антагонисты станут работать как синергисты.

Утомление мышц. В процессе длительной мышечной работы или при большой нагрузке работоспособность мышц снижается, развивается утомление. Существует две основные причины утомления. Во-первых, в процессе активной работы возрастают энергетические затраты, следовательно, необходимо больше АТФ. Для ускорения синтеза АТФ нужно много O_2 и глюкозы, поэтому увеличиваются скорость кровотока, частота сердечных сокращений и дыхания. Если нагрузка велика и организм не справляется с доставкой необходимых веществ, энергетические ресурсы постепенно истощаются. При недостаточном количестве кислорода в мышце накапливаются промежуточные продукты метаболизма, в том числе молочная кислота, которая вызывает мышечные боли.

Вторая причина утомления связана с общим состоянием нервной системы. Состояние двигательных нервных центров зависит от общего эмоционального и психического состояния человека. Поэтому, если работа делается с энтузиазмом, она выполняется легко и утомление наступает позже.

Для отдыха большое значение имеет смена видов деятельности. Активный отдых полезнее и эффективнее пассивного. Работоспособность утомлённых мышц восстанавливается быстрее во время работы других групп мышц, а не в состоянии полного покоя.

Динамическая и статическая работа. В разных жизненных ситуациях одни и те же мышцы человека могут совершать разную работу. Работа, связанная с перемещением тела или груза, называется *динамической*. Работа, связанная с удержанием определённой позы или груза, называется *статической*.



При статической нагрузке утомление развивается быстро, потому что мышца в течение длительного времени находится в сокращённом состоянии и периоды расслабления отсутствуют. Кроме того, при длительном напряжении мышцы сдавливают расположенные в них и рядом кровеносные сосуды. В результате накапливаются продукты распада, а необходимые кислород и питательные вещества не поступают.

При динамической нагрузке сокращения и расслабления мышц чередуются, в результате чего утомление развивается медленнее. При этом скорость развития утомления зависит от величины физической нагрузки и ритма работы. Российский физиолог Иван Михайлович Сеченов показал, что наибольшая эффективность мышечной работы достигается при средних нагрузках и средней скорости сокращения мышц. Эти исследования легли в основу науки — гигиены труда.

ДВИГАТЕЛЬНАЯ ЕДИНИЦА, ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЙ (МОТОРНЫЙ) НЕЙРОН, ТРЕНИРОВОЧНЫЙ ЭФФЕКТ, ГИПОДИНАМИЯ, ДИНАМИЧЕСКАЯ И СТАТИЧЕСКАЯ РАБОТА.

Вопросы

1. Почему в начале тренировок происходит значительное улучшение спортивных результатов, а потом они нарастают медленнее?
2. За счёт чего при тренировках возрастает точность мышечных сокращений?
3. Поясните различие между динамической и статической работой.

Задания

1. Занимаетесь ли вы спортом, делаете ли утреннюю зарядку? Оцените, насколько активный образ жизни вы ведёте. Не грозит ли вам гиподинамия?
2. Объясните, почему при длительном стоянии человек устаёт больше, чем при ходьбе.



Лабораторная работа

Утомление при статической работе

Оборудование: секундомер, груз 4—5 кг (если взят портфель с книгами, то надо предварительно определить его массу).

Наблюдение признаков утомления при статической работе. Выясните, за какое время наступает предельное утомление.

Ход работы

Испытуемый становится лицом к классу, вытягивает руку в сторону строго горизонтально. Мелом на доске отмечается тот уровень,

Протокол опыта

Статическая работа	Признаки утомления	Время
Отсутствие утомления	Рука с грузом неподвижна	
Первая фаза утомления	Рука опускается, затем рывком поднимается на прежнее место	
Вторая фаза утомления	Дрожание рук, потеря координации, пошатывание корпуса, покраснение лица, потоотделение	
Предельное утомление	Рука с грузом опускается; опыт прекращается	

на котором находится рука. После приготовлений по команде включается секундомер, и испытуемый начинает удерживать груз на уровне отметки. Начальное время указывается в первой строчке таблицы. Затем определяются фазы утомления и также проставляется их время. Выясняется, за какое время наступает предельное утомление. Этот показатель записывается.

§ 15. Осанка. Предупреждение плоскостопия

1. **Что такое осанка и каковы причины её нарушения?**
2. **Почему сформировались своды стопы и отчего они деформируются?**
3. **Как можно определить искривление позвоночника и наличие (или отсутствие) плоскостопия?**

Осанка — это привычное положение тела при стоянии, сидении и ходьбе. Она зависит от формы позвоночного столба, положения головы, плечевого пояса и грудной клетки. При

правильной осанке — спина прямая, голова слегка откинута назад, плечи расправлены, живот втянут. Это способствует нормальному функционированию внутренних органов и органов движения.

Неправильное положение костей приводит к смещению или сдавливанию внутренних органов, что нарушает их кровоснабжение и затрудняет работу. Привычка горбиться, сутулиться, неправильно сидеть за столом может привести к неравномерному распределению нагрузок на отдельные позвонки. В этом случае с возрастом межпозвоночные хрящевые диски истончаются, деформируются и смещаются, защемляя нерв. Развивается болезнь — *остеохондроз*: человеку трудно ходить и нагибаться, по ночам его мучают боли, и он не может уснуть. Болезнь может начаться и в молодом возрасте (до 30 лет).

Если человек старается держаться прямо и контролирует себя, то слабо выраженные нарушения осанки могут исчезнуть. Отклонения от нормы, связанные лишь с нарушениями мышечного аппарата, поддаются исправлению при занятиях лечебной физкультурой и корригирующей гимнастикой. Искривления, затрагивающие скелет, лечению поддаются с трудом.

Как же предупредить искривление позвоночника? Прежде всего надо правильно сидеть за столом (рис. 44). Если стол слишком низок, приходится наклоняться над ним, а если высок, человек изгибает туловище так, чтобы пишущая рука была на его поверхности. Первое ведёт к сутулости, второе — к боковым искривлениям туловн-

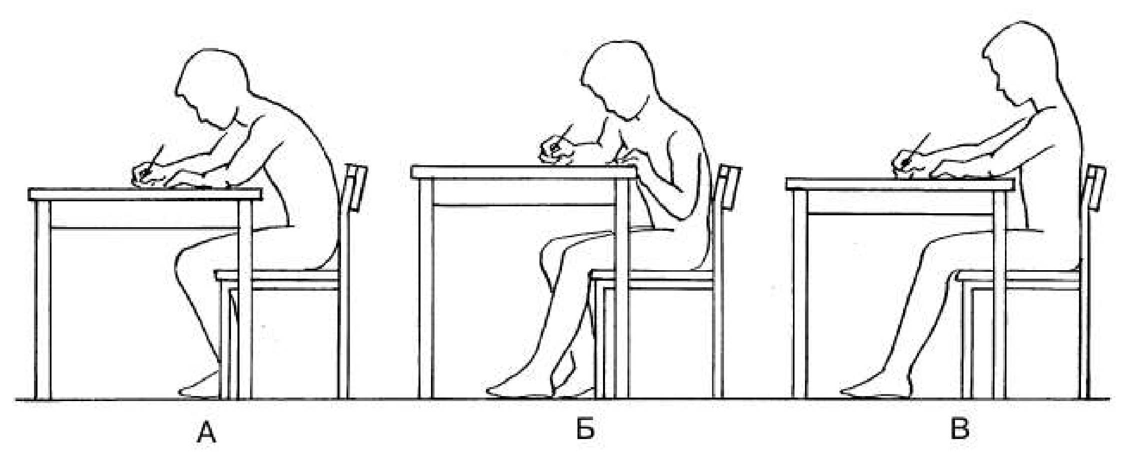


Рис. 44. Неправильные (А, Б) и правильная (В) позы учащихся, сидящих за партами

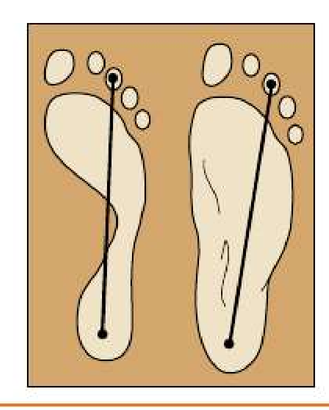


Рис. 45. Метод определения плоскостопия

ща. К нарушению осанки может привести и несимметричная нагрузка мышц: например, носить тяжести только в правой руке, при физической зарядке наклоняться в одну сторону больше, чем в другую, и т. п.

Плоскостопие: предупреждение и лечение. *Плоскостопием* называют болезненные изменения стопы, при которых уплощаются её своды (рис. 45). Причиной плоскостопия могут стать неправильно подобранная обувь, длительное хождение или стояние, избыточная масса тела. При плоскостопии нарушается мышечный и связочный аппараты стопы. Она расплющивается, отекает. Возникают боли в стопе, голени, бедре и даже в пояснице.

При значительно выраженном плоскостопии применяют специальные стельки — супинаторы. Они поддерживают стопу в нужном положении. Это не только улучшает положение костей стопы, но и костей голеностопного, коленного и тазобедренного суставов.

ОСАНКА, ОСТЕОХОНДРОЗ, КОРРИГИРУЮЩАЯ ГИМНАСТИКА, СУТУЛОСТЬ, БОКОВЫЕ ИСКРИВЛЕНИЯ (СКОЛИОЗ), ПЛОСКОСТОПИЕ.

Вопросы

1. Какие требования необходимо соблюдать для приобретения и сохранения правильной осанки?
2. Какие нарушения в работе внутренних органов происходят при неправильной осанке?
3. Что такое плоскостопие, каковы его причины и принцип лечения?

Задания

1. Проанализируйте, правильно ли положение вашего тела при чтении, письме, переносе тяжёлых предметов.
2. Составьте комплекс упражнений утренней или производственной гимнастики для людей, работающих сидя.
3. Если вы ещё не делаете по утрам зарядку, попробуйте преодолеть своё нежелание. Попросите родителей, чтобы с завтрашнего дня они будили вас на 20 минут раньше. Этого времени вам хватит, чтобы выполнить необходимый комплекс упражнений.
4. Используя дополнительные источники информации, выясните, что такое сколиоз и какие существуют меры его профилактики и лечения.



Лабораторная работа

Осанка и плоскостопие

I. Выявление нарушений осанки.

Оборудование: сантиметровая лента.

Ход работы

1. Для выявления сутулости (круглой спины) сантиметровой лентой измерьте расстояние между самыми отдалёнными точками левого и правого плеча, отступя на 3—5 см вниз от плечевого сустава, *со стороны груди и со стороны спины.* Первый результат разделите на второй. Если получается число, близкое к единице или больше её, значит, нарушений нет. Получение числа меньше единицы говорит о нарушении осанки.
2. Встаньте спиной к стенке так, чтобы пятки, голени, таз и лопатки касались стены. Попробуйте между стенкой и поясницей просунуть кулак. Если он проходит — нарушение осанки есть. Если проходит только ладонь — осанка нормальная.

II. Выявление плоскостопия (работа выполняется дома).

Оборудование: таз с водой, лист бумаги, фломастер или простой карандаш.

Ход работы

Мокрой ногой встаньте на лист бумаги. Контуры следа обведите фломастером или простым карандашом.

Найдите центр пятки и центр третьего пальца. Соедините две найденные точки прямой линией. Если в узкой части след не заходит за линию — плоскостопия нет (см. рис. 45).

§ 16. Первая помощь при ушибах, переломах костей и вывихах суставов

1. Каковы цели доврачебной помощи при травмах?

2. Что надо предпринимать при ушибах, переломах, растяжении связок и вывихе сустава?

Травматизм и его профилактика. *Травма* — это воздействие на организм человека внешнего фактора, нарушающего строение и целостность тканей и нормальное течение физиологических процессов.

Цель доврачебной помощи при травме — обеспечить щадящую транспортировку больного в травмпункт, уменьшить боль, исключить инфекцию. Серьёзную травму должен лечить только врач.

В зависимости от вида травмирующего фактора различают травмы: механические, химические, термические (ожоги, обморожения), вызванные электрическим током и т. д.

Тяжёлые и обширные травмы могут сопровождаться шоком — состоянием, угрожающим жизни. Травматический шок может вызвать нарушения в работе других систем органов. Состояние больного при шоке может быстро ухудшаться. В этом случае необходимо срочно вызвать «скорую помощь» и, пока помощь не подоспеет, наблюдать за основными показателями жизнедеятельности (температура, пульс, частота дыхания, артериальное давление).

Травматизм — это распространённость травм среди населения и его отдельных групп. Основными мерами профилактики травматизма являются строгое выполнение техники безопасности и санитарно-просветительская работа. Организация уроков, особенно физкультуры и труда, с учётом требований безопасности, благоустройство территории школы, пропаганда безопасного поведения детей на улицах города, организация досуга детей и подростков — всё это снижает уровень травматизма.

Однако, к сожалению, полностью исключить появление травм невозможно.

Ушибы. Повреждение тканей и органов без нарушения целостности кожи называют *ушибами*. В зависимости от силы удара различают ушибы лёгкие, средние и тяжёлые. При лёгких ушибах возникают небольшие кровоизлияния с образованием синяков. При средних бывают более значительные кровоизлияния с образованием кровоподтёка. При сильных ушибах могут быть опасные для жизни внутренние кровотечения.

При ушибе могут пострадать не только поверхностные ткани, но и внутренние органы — печень, почки и др. Особенно опасно сотрясение головного мозга. Даже кратковременная потеря сознания при падении или рвота после него требует немедленного обращения к врачу. Ходьба такому больному противопоказана, его лучше доставить в травмпункт на носилках.

Меры первой помощи при ушибе направлены прежде всего на уменьшение боли и внутреннего кровотечения. С этой целью применяют холод. Пузырь с холодной водой или льдом не рекомендуют прикладывать прямо к телу: его надо обернуть материей.

Переломы. Полное или частичное нарушение целостности кости называют *переломом*. Если кожные покровы и мышцы при этом не нарушены, переломы относят к *закрытым*, а если нарушены — к *открытым*. Отличить перелом от ушиба бывает достаточно сложно. Признаки, указывающие на наличие перелома, следующие: острая боль при попытках изменить положение повреждённой части тела, появление подвижности в тех местах, где её не должно быть.

При открытых переломах вначале надо остановить кровотечение и обработать рану, наложить повязку. Нельзя пытаться придавать костям их естественное положение, так как отломанные концы костей могут повредить мягкие ткани, разорвать кровеносный сосуд, повредить нерв. Пострадавшей части тела надо придать неподвижность, то есть зафиксировать её.

Если повреждена рука или нога, на неё накладывают шину (рис. 46, А). Для этого используют либо специальные медицинские шины, либо подручные средства — дощечки, картон. Шина должна захватывать не менее двух

соседних суставов. Шину накладывают со стороны нетравмированных участков тканей. Под шиной должна быть мягкая ткань — вата или одежда. Накладывать шину на голое тело нельзя. Прибинтовывается шина не очень плотно: она не должна давить на повреждённую поверхность.

При переломе костей плеча, предплечья и кисти целесообразно руку согнуть в локте и помимо шины зафиксировать руку косынкой. Можно концы косынки обвязать вокруг шеи и положить в неё руку с шиной. Если нет косынки, можно полу пиджака со стороны поражённой руки прикрепить булавкой к лацкану пиджака и в образовавшуюся складку положить руку (рис. 46, Б).

При переломе бедра или костей голени накладывают шину вдоль вытянутой ноги. В крайнем случае можно прибинтовать больную ногу к здоровой.

При переломе костей грудной клетки (рёбер, грудины) шину накладывать нельзя. Пострадавшему предлагают задержать дыхание на фазе выдоха и накладывают тугую повязку. После этого его просят дышать неглубоко и доставляют в травмпункт.

При травмах позвоночника пострадавшего кладут на ровный настил лицом вниз. Сажать, а тем более перево-

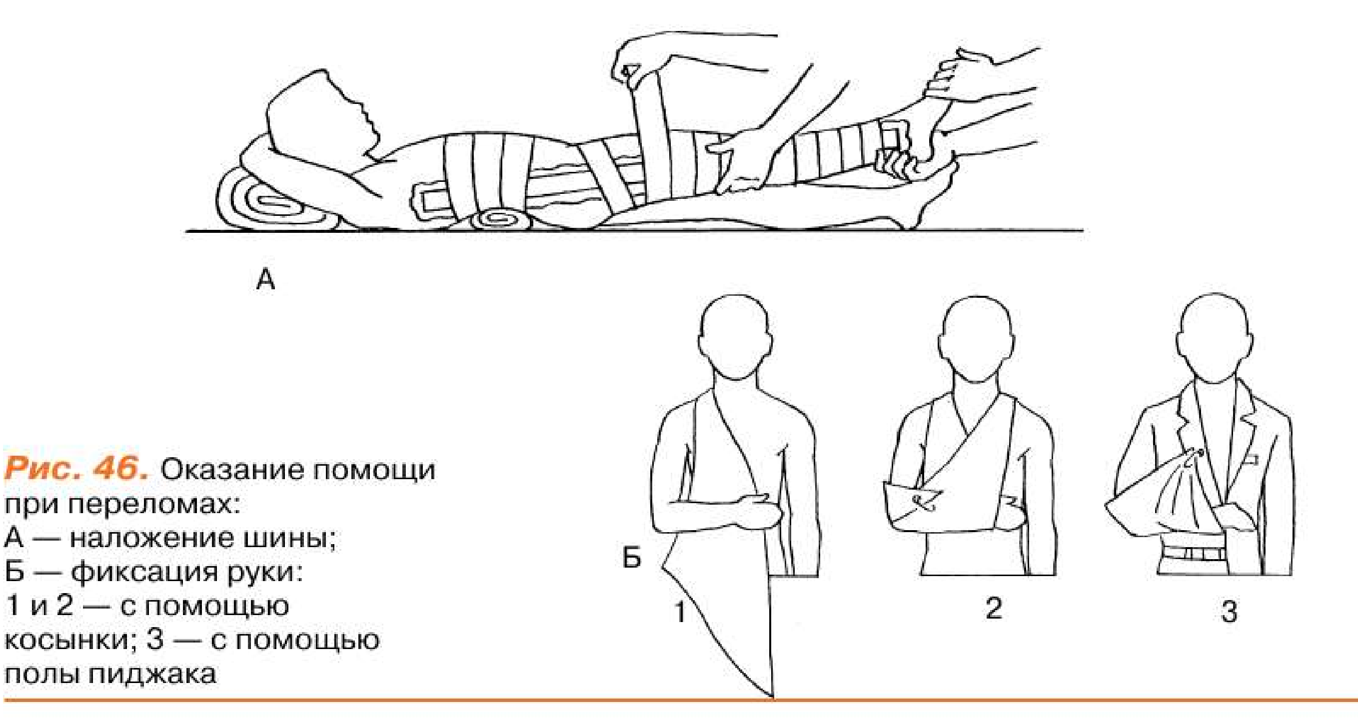


Рис. 46. Оказание помощи при переломах: А — наложение шины; Б — фиксация руки: 1 и 2 — с помощью косынки; 3 — с помощью полы пиджака

зить или переносить пострадавшего в сидячем положении нельзя.

При травмах черепа пострадавшего укладывают на спину. Голову фиксируют валиком из одежды или одеяла. Валик укладывают в виде подковы, чтобы голова была неподвижной. Лицо пострадавшего должно быть повёрнуто в сторону на случай рвоты. Класть голову на подушку нельзя.

В случае тяжёлой травмы (позвоночника, черепа) пострадавшего лучше не перевозить самостоятельно.

Растяжение связок. Если в результате неосторожного движения подвернулась стопа, вывернулись пальцы рук, при падении пострадала кисть в лучезапястном суставе, можно предположить растяжение связок. Вначале боль небольшая, но затем она нарастает, вокруг сустава образуется синяк. При оказании первой помощи накладывают тугую фиксирующую повязку и к поражённому месту прикладывают холод (рис. 47).

Если подвернулась нога, стопу ставят перпендикулярно к голени и в этом положении накладывают фиксирующую повязку. Бинтуют восьмёркой, то есть после очередного хода бинт переворачивают на другую сторону и накладывают его попеременно то на стопу, то на голень (см. рис. 47).

Вывихи суставов. Вывихом называют стойкое *смещение суставных костей*, при котором головка одной кости выходит из суставной ямки другой (рис. 48). Если выход головки неполный, то такую травму называют подвыви-







Рис. 47. Первая помощь при растяжении связок

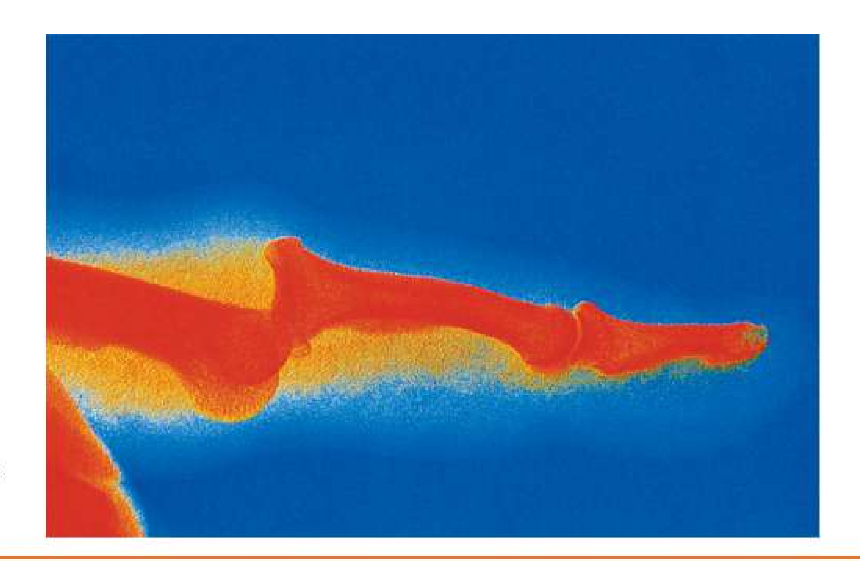


Рис. 48. Вывих пальца в межфаланговом суставе (рентгеновский снимок, цвета изменены)

хом. При вывихе наблюдаются отёчность и отсутствие движений в суставе из-за боли.

Вправлять кости, вышедшие из сустава, самому нельзя. Во-первых, пострадавший человек может потерять сознание от боли. Во-вторых, можно повредить связки и суставную сумку.

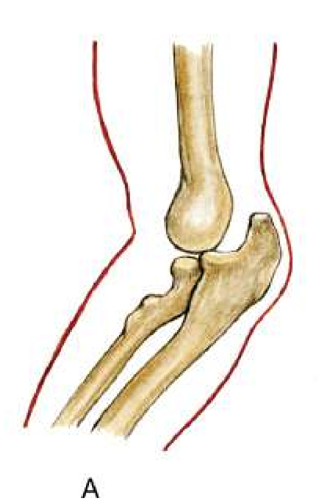
ТРАВМА, ТРАВМАТИЗМ, УШИБ, ПЕРЕЛОМ (ЗАКРЫТЫЙ И ОТКРЫТЫЙ), ШИНА, РАСТЯЖЕНИЕ СВЯЗОК, ВЫВИХ.

Вопросы

1. Что надо делать при переломе конечности?
2. Какие меры первой помощи применяют при травмах грудной клетки?
3. Что надо делать при травмах позвоночника?
4. В каких случаях надо использовать шину, как правильно её наложить?

Задания

1. На рисунке 49 схематически показаны два вида травм. Определите, какой буквой обозначен перелом, какой — вывих.
2. Под руководством учителя потренируйтесь в накладывании шины и перевязке суставов.



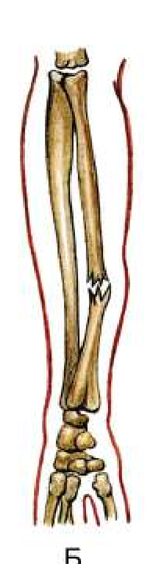


Рис. 49. Разные виды травм

3. Составьте памятку «Профилактика подросткового травматизма».
4. Объясните, что категорически нельзя делать с пострадавшим при подозрении на травму черепа или позвоночника.

Основные положения главы 4

Опорно-двигательную систему образуют скелет и мышцы. Кости и хрящи объединены в единую систему связками, сухожилиями и мышцами. Активные движения осуществляют мышцы, кости выполняют роль пассивных рычагов.

Скелет человека приспособлен к прямохождению и к трудовой деятельности.

У человека преобладает мозговой череп над лицевым, уменьшен челюстной аппарат и развит подбородочный выступ.

Скелетные мышцы, образованные поперечнополосатой мышечной тканью, сокращаются под действием сигналов, приходящих из центральной нервной системы.

Малая подвижность человека — гиподинамия — приводит к ослаблению мышц и всего организма в целом.

При серьёзных травмах меры первой помощи направлены на то, чтобы уменьшить боль и с наименьшими повреждениями транспортировать пострадавшего к врачу.



Глава 5

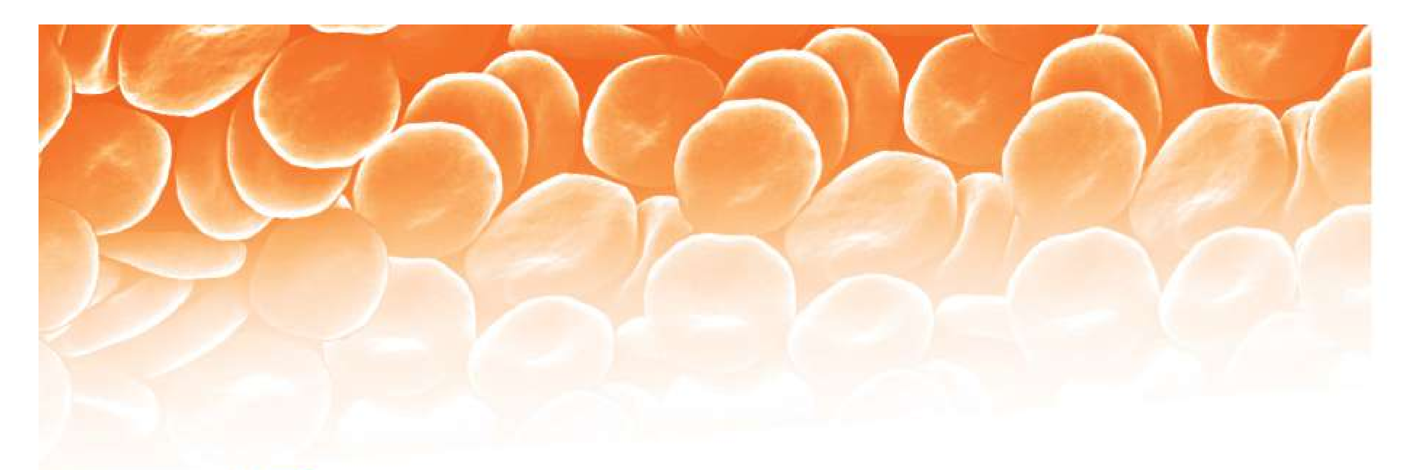
Внутренняя среда организма

Из этой главы вы узнаете

- о составе крови, лимфы и тканевой жидкости;
- об иммунной системе;
- о причинах возникновения и способах профилактики инфекционных заболеваний;
- о переливании крови, пересадках органов и преодолении тканевой несовместимости

Вы научитесь

- выявлять взаимосвязь между особенностями строения форменных элементов крови и их функциями;
- наблюдать и описывать клетки крови на готовых микропрепаратах;
- распознавать инфекционные болезни, пресекать пути их распространения;
- бороться с болезнетворными микроорганизмами



§ 17. Кровь и остальные компоненты внутренней среды организма

1. Из чего состоит внутренняя среда организма?
2. Как связаны компоненты внутренней среды: кровь, тканевая жидкость и лимфа?
3. Каков состав плазмы крови?
4. Каковы функции эритроцитов, лейкоцитов и тромбоцитов?

Компоненты внутренней среды. Первый компонент внутренней среды — *кровь*. Она циркулирует по замкнутой системе сосудов и непосредственно с другими тканями тела не сообщается.

Кровь состоит из жидкой части — *плазмы* (50—60%), выполняющей роль межклеточного вещества, и *форменных элементов* (40—50%): клеток — *эритроцитов* и *лейкоцитов* и безъядерных кровяных пластинок — *тромбоцитов*, относящихся к неклеточным форменным элементам крови.

В капиллярах — тончайших кровеносных сосудах, где происходит обмен между кровью и клетками тканей, жидкая часть крови частично покидает кровеносные сосуды. Она переходит в межклеточное пространство и становится тканевой жидкостью (рис. 50).

Тканевая жидкость является вторым компонентом внутренней среды, в которой непосредственно находятся клетки. В среднем в ней около 95% воды, 0,9% минеральных солей, 1,5% белков и других органических веществ, а также кислород и углекислый газ. Из тканевой жидкости клетки получают питательные вещества и кис-

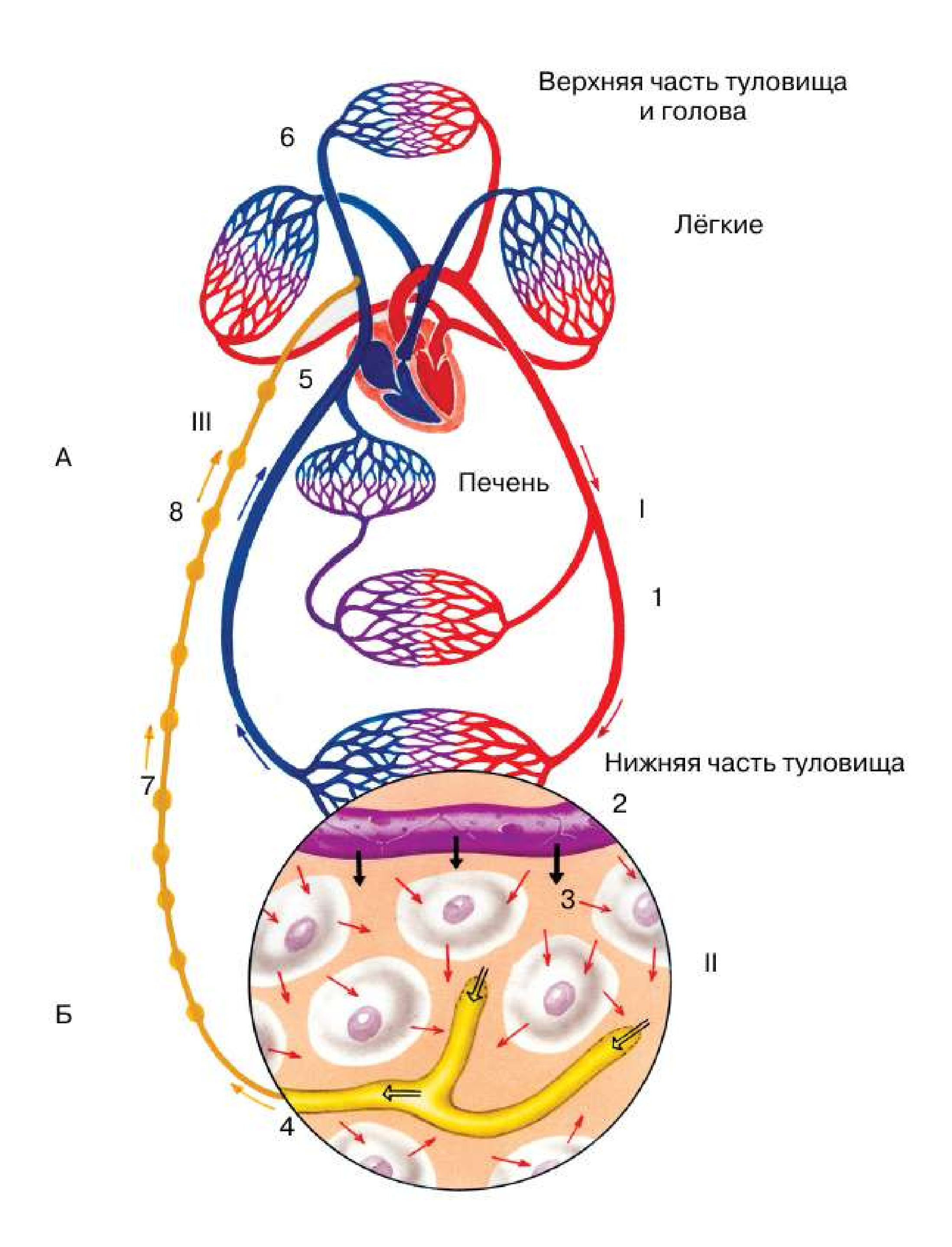


Рис. 50. Циркуляция крови, тканевой жидкости и лимфы:
А — схема кровообращения и лимфооттока;
Б — образование тканевой жидкости из плазмы крови
и образование лимфы в лимфатических капиллярах.
I. Поступление крови к тканям: 1 — аорта и артерии большого круга.
II. Образование тканевой жидкости и лимфы в тканях: 2 — кровеносный капилляр;
3 — тканевая жидкость; 4 — лимфатический капилляр.
III. Отток крови и лимфы от тканей: 5—6 — вены большого круга: нижняя полая вена (5);
верхняя полая вена (6); 7 — лимфатический сосуд; 8 — лимфатические узлы

лород, принесённые кровью. В тканевую жидкость клетки выделяют продукты распада. И лишь оттуда они поступают в кровь и уносятся ею.

Лимфа является третьим компонентом внутренней среды. Она перемещается по лимфатическим сосудам. Лимфатические сосуды начинаются в тканях мелкими слепозамкнутыми лимфатическими капиллярами, стенка которых состоит из одного слоя эпителиальных клеток. Капилляры интенсивно поглощают избытки тканевой жидкости.

Лимфатические сосуды сливаются друг с другом и в конечном итоге образуют главный лимфатический сосуд (проток), через который лимфа попадает в кровеносную систему.

На пути лимфы находятся *лимфатические узлы* (см. рис. 50), они являются фильтрами, где задерживаются посторонние частицы и уничтожаются микроорганизмы.

Относительное постоянство внутренней среды. Внутренняя среда организма находится в подвижном равновесии, поскольку одни вещества расходуются, но этот расход восполняется. Так, на смену использованным питательным веществам поступают новые питательные вещества из кишечника. В стенках кровеносных сосудов есть рецепторы, которые сигнализируют о превышении или снижении концентрации каких-либо веществ в крови. Если концентрация этих веществ приближается к верхней границе нормы, действуют рефлексы, которые снижают их концентрацию. А если она опускается ниже нормы, возбуждаются другие рецепторы, которые вызывают противоположные рефлексы.

Благодаря работе нервной и эндокринной систем колебания концентрации веществ, находящихся в крови, тканевой жидкости и лимфе, не выходят за пределы нормы. Так, содержание иона K^+ в плазме крови здорового человека колеблется от 16 до 20 мг% (то есть от 16 до 20 мг в 100 мл крови). Любая величина в пределах этих границ нормальна.

Содержание различных веществ и клеток крови в организме человека выражается не одной цифрой, а некоторым диапазоном (от — до). Это результат *подвижного равновесия* между их приходом и расходом.

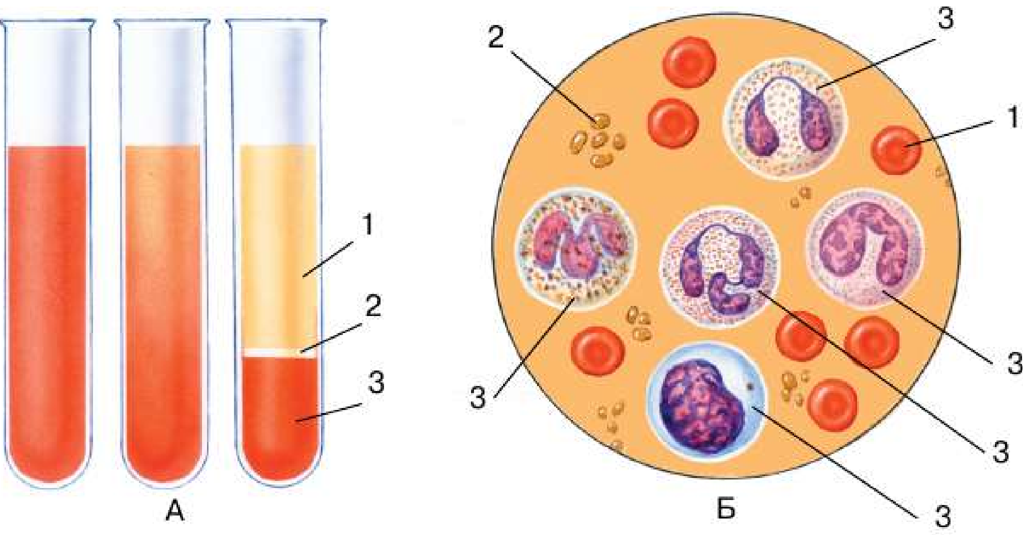


Рис. 51. Состав крови:
А — расслоение крови в пробирке: 1 — плазма крови; 2 — лейкоциты и тромбоциты; 3 — эритроциты; Б — клетки крови: 1 — эритроциты; 2 — тромбоциты; 3 — лейкоциты

Состав крови. Если кровь предохранить от свёртывания и дать ей отстояться, то произойдёт её расслоение на составные части. Сверху окажется прозрачная, слегка желтоватая жидкость — плазма крови, основу которой составляет вода (около 90%). Вниз осядут форменные элементы крови. Нижнюю часть пробирки займут эритроциты, которые составят примерно $^{1}/_{3}$ общего объёма. Небольшой тонкий слой над эритроцитами образуют лейкоциты и тромбоциты (рис. 51).

Плазма крови имеет относительно постоянный солевой состав. Около 0,9% плазмы приходится на поваренную соль (хлористый натрий), есть в ней и соли калия, кальция, фосфорной кислоты. Около 7% плазмы составляют белки. Среди них белок *фибриноген*, который принимает участие в свёртывании крови. В плазме крови есть углекислый газ, глюкоза, а также другие питательные вещества и продукты распада.

Эритроциты — красные кровяные клетки, транспортирующие кислород к тканям и углекислый газ к лёгким (рис. 52). Эритроцит имеет форму двояковогнутого диска, что увеличивает его поверхность и помогает проходить по тончайшим сосудам — капиллярам. Красный цвет эритроцита зависит от особого вещества — *гемоглобина*, которое находится внутри клетки. В лёгких гемоглобин присоединяет к себе кислород и становится *оксигемоглобином*. В тканях это соединение распадается на



Рис. 52. Эритроциты (красные клетки крови) внутри артериолы (мелкой артерии) (микрофотография)

кислород и гемоглобин. Кислород используется клетками организма, а гемоглобин, присоединив к себе углекислый газ, возвращается в лёгкие, отдаёт углекислый газ и вновь присоединяет кислород. Гемоглобин (Hb) состоит из четырёх субъединиц. Равенство реакции образования и распада оксигемоглобина на примере одной субъединицы выглядит так:

в лёгких $Hb + 4O_2 = HbO_8$; в тканях $HbO_8 = Hb + 4O_2$.

Оксигемоглобин имеет более светлую окраску, и потому обогащённая кислородом артериальная кровь выглядит ярко-алой. Гемоглобин, оставшийся без кислорода, тёмно-красный. Поэтому венозная кровь значительно темнее артериальной.

У всех позвоночных, кроме млекопитающих, клетка эритроцита имеет ядро. У млекопитающих зрелые эритроциты ядер не имеют: они утрачиваются в процессе развития (рис. 53). Двояковогнутая форма эритроцита и отсутствие ядра способствуют переносу газов, так как большая площадь поверхности обеспечивает быстрый

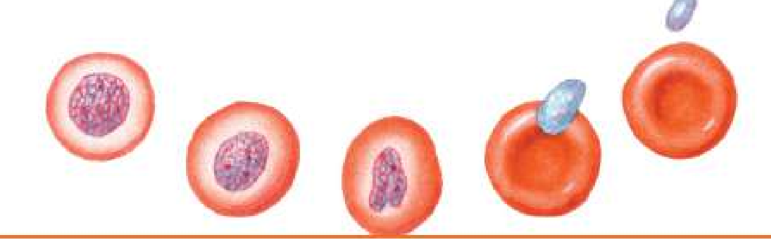


Рис. 53. Созревание эритроцита

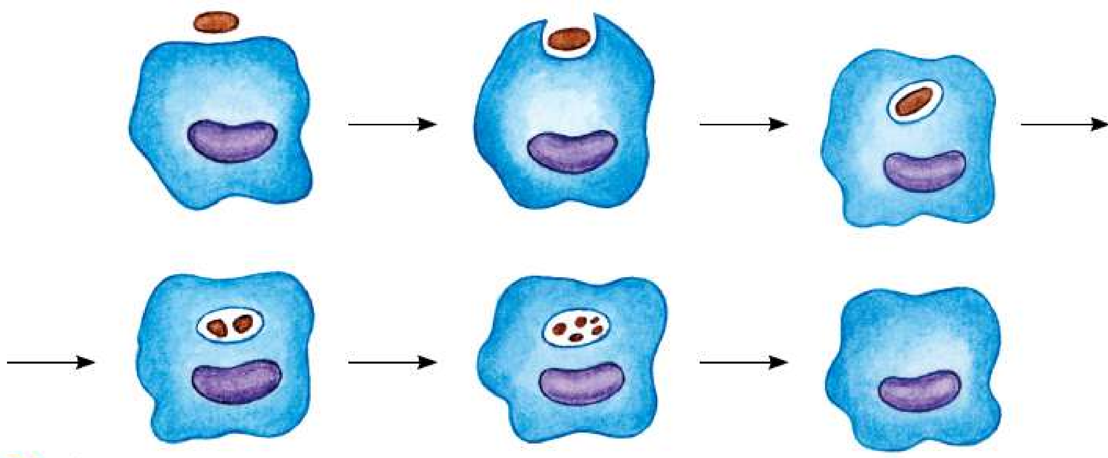


Рис. 54. Фагоцитоз

газообмен, а отсутствие ядра позволяет использовать для транспортировки кислорода и углекислого газа весь объём клетки.

У мужчин в 1 мм^3 крови содержится в среднем 4,5—5 млн эритроцитов, у женщин — 4—4,5 млн.

Лейкоциты — клетки крови с хорошо развитыми ядрами (см. рис. 51). Их называют белыми кровяными клетками, хотя на самом деле они бесцветные. Основная функция лейкоцитов — распознавание и уничтожение чужеродных соединений и клеток, которые оказываются во внутренней среде организма. Известны различные виды лейкоцитов: лимфоциты, моноциты и другие.

Число лейкоцитов варьирует в пределах 4—8 тыс. в 1 мм^3 и зависит от наличия инфекции в организме, от времени суток, приёма пищи. Некоторые лейкоциты способны к амёбоидному движению. Обнаружив чужеродное тело, они ложноножками захватывают его, поглощают и уничтожают (рис. 54). Это явление было открыто Ильёй Ильичом Мечниковым (1845—1916) и названо *фагоцитозом*, а сами лейкоциты — *фагоцитами*, что означает «клетки-пожиратели».

Большую группу лейкоцитов называют *лимфоцитами*, поскольку созревание их завершается в лимфатических узлах и в вилочковой железе (тимусе). Эти клетки способны опознавать химическую структуру чужеродных соединений *антигенов*, а В-лимфоциты (В-клетки) вырабатывают особые химические вещества — *антитела*, которые нейтрализуют или уничтожают эти антигены.

Способностью к фагоцитозу обладают не только лейкоциты крови, но и находящиеся в тканях более крупные клетки — *макрофаги*. При проникновении микроорганизмов через кожу или слизистые во внутреннюю среду организма макрофаги перемещаются к ним и участвуют в их уничтожении.

Тромбоциты, или *кровяные пластинки*, принимают участие в свёртывании крови. Если происходит травма и кровь выходит из сосуда, тромбоциты слипаются и разрушаются (рис. 55). При этом они выделяют ферменты, которые вызывают целую цепочку химических реакций, ведущих к свёртыванию крови. Свёртывание крови возможно потому, что в ней находится жидкий белок *фибриноген*, который под действием *ферментов* превращается в нити нерастворимого белка *фибрина*. Образуется сетка,

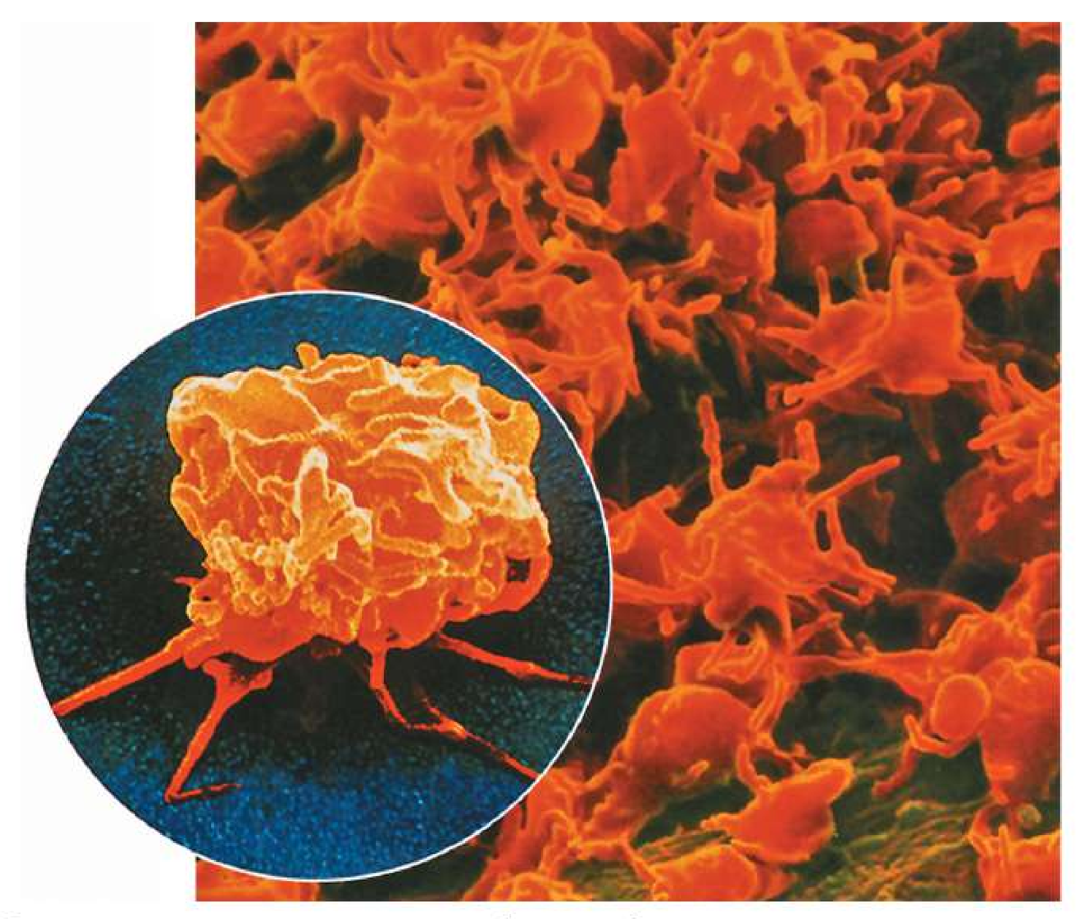


Рис. 55. В активированном состоянии тромбоциты образуют на поверхности отростки. На микрофотографии группа активированных тромбоцитов скапливается в месте повреждения сосуда



Рис. 56. Образование сгустка крови (тромба) при свёртывании крови. Густая сеть фибриновых волокон задерживает клетки крови в процессе формирования кровяного сгустка. На микрофотографии видны эритроциты (красного цвета), лейкоциты (жёлтого цвета) и тромбоциты (бежевого цвета)

в которой задерживаются клетки крови. Этот кровяной сгусток, закрывающий рану, и останавливает кровотечение (рис. 56).

Для образования сгустка необходимо, чтобы в крови были соли кальция, *витамин* K и некоторые другие вещества. Если соли кальция удалены или в крови нет витамина K, кровь свёртываться не будет. Обычно, когда хотят предохранить кровь от свёртывания, например при её переливании, из крови удаляют один из указанных компонентов, чаще всего соли кальция. Такую кровь можно сохранять длительное время.

Анализ крови. Состав крови является важной характеристикой состояния организма, поэтому анализ крови — одно из наиболее часто проводимых исследований. При анализе крови определяют количество клеток крови, содержание гемоглобина, концентрацию сахара и других веществ, а также *скорость оседания эритроцитов* (СОЭ). При наличии какого-нибудь воспалительного процесса СОЭ увеличивается. Норма СОЭ для мужчин 2—10 мм/ч, для женщин 2—15 мм/ч.

При нарушении функций красного костного мозга, недостатке в организме железа и некоторых других веществ, а также при значительной потере крови (например, в результате кровотечения, вызванного травмой) возникает кратковременное или длительное *малокровие*

(анемия). При этом в крови снижается содержание эритроцитов и гемоглобина. Норма гемоглобина у мужчин 13—16 г%, у женщин 12—14 г% (то есть число граммов в 100 мл крови).

Кроветворение. Эритроциты, лейкоциты и тромбоциты образуются в красном костном мозге. Однако дозревание многих лимфоцитов происходит в тимусе (вилочковой железе) и лимфатических узлах. Эти лимфоциты попадают в кровь вместе с лимфой.

Кроветворение — очень интенсивный процесс, так как продолжительность жизни форменных элементов крови небольшая. Большинство лейкоцитов живут от нескольких часов до 3—5 суток, эритроциты — 120—130 суток, тромбоциты — 5—7 суток.

КРОВЬ, ТКАНЕВАЯ ЖИДКОСТЬ, ЛИМФА, ЛИМФАТИЧЕСКИЙ КАПИЛЛЯР, ЛИМФАТИЧЕСКИЙ СОСУД, ЛИМФАТИЧЕСКИЙ УЗЕЛ, ЭРИТРОЦИТ, ГЕМОГЛОБИН, ЛЕЙКОЦИТ, ЛИМФОЦИТ, ФАГОЦИТОЗ, АНТИГЕНЫ, АНТИТЕЛА, ТРОМБОЦИТЫ, ФИБРИНОГЕН, ФИБРИН.

Вопросы

1. Почему клеткам для процессов жизнедеятельности необходима жидкая среда?
2. Из каких компонентов состоит внутренняя среда организма? Как они связаны между собой?
3. Какие функции выполняют кровь, тканевая жидкость и лимфа?
4. Объясните, что такое лимфатические узлы, что в них происходит. Покажите на себе, где находятся некоторые из них.
5. В чём проявляется взаимосвязь строения эритроцита с его функцией?
6. Каковы функции лейкоцитов?



Задания

1. Начертите схему состава крови, используя слова: плазма, форменные элементы: эритроциты, лейкоциты, тромбоциты.
2. Прокомментируйте рисунок 54, изображающий процесс фагоцитоза. Какая клетка изображена на рисунке: эритроцит, лейкоцит или тромбоцит?

3. При ранении кожи кровотечение через некоторое время прекращается и образуется тромб. Почему он красного цвета, ведь образовавшийся из фибриногена фибрин под действием ферментов, вызванных разрушением тромбоцитов, белый? Вспомним, что в крови имеются ещё и белые кровяные тельца, лейкоциты, которые тоже белые. Ответьте на вопрос, найдите неточности в высказывании.
4. Рассмотрите рисунок 50, Б. Объясните, что обозначают стрелки на рисунке.

§ 18. Борьба организма с инфекцией. Иммунитет

1. Как организм человека защищается от микроорганизмов?
2. Что такое иммунитет?
3. Что происходит при воспалении и общем инфекционном заболевании? Кто является бацилло- или вирусоносителем?

Защитные барьеры организма. Все многоклеточные организмы (в том числе и человек) подвергаются постоянным атакам со стороны микробов, вирусов, паразитов. Первым барьером на пути нападающих оказываются кожа и слизистые оболочки. Они являются не только физической преградой. Выделения потовых и сальных желёз кожи губительны для многих микробов. Слёзы, слюна, соляная кислота в желудке и ряд других веществ, выделяемых слизистыми оболочками, также вредны для микробов. Наряду с этим действует и «экологическая защита»: на коже и слизистых у человека находятся «свои» микроорганизмы, уничтожающие вредных для человека микробов.

Вторым барьером на пути болезнетворных микробов становятся элементы внутренней среды организма: кровь, тканевая жидкость и лимфа.

Способность организма избавляться от чужеродных тел и соединений и благодаря этому сохранять химическое и биологическое постоянство внутренней среды и собственных тканей называют *иммунитетом*.

Наиболее древней формой иммунитета является *неспецифический иммунитет*, осуществляемый лейкоцитами путём фагоцитоза. Как вы уже знаете, явление фагоцитоза открыл российский учёный И. И. Мечников. Исследователь экспериментировал с морскими звёздами и дафниями, вводя в их организмы инородные тела. Например, когда Мечников поместил в тело дафнии спору гриба, то он заметил, что на неё нападают особые подвижные клетки. Когда же он ввёл слишком много спор, клетки не успели их все переварить, и животное погибло. Учёный ввёл шип розы в прозрачное тело личинки морской звезды и наблюдал, как её подвижные клетки облепили чужеродный объект. Клетки, защищающие организм от бактерий, вирусов, спор грибов и прочих посторонних объектов, назвали фагоцитами. Этот иммунитет получил название неспецифического, потому что он действовал на все микроорганизмы, независимо от их химической природы.

Другая форма иммунитета — *специфический иммунитет*: организм способен распознавать вещества, отличные от его клеток и тканей, и уничтожать только эти чужеродные клетки и вещества.

Чужеродные вещества, способные вызывать иммунную реакцию, называют *антигенами*. Антигенами могут быть компоненты микробов, вирусов и любых клеток, состав которых отличается от состава собственных клеток организма. Существуют антигены немикробного происхождения — это пыльца, яичный белок.

Следует также различать *клеточный* и *гуморальный* механизмы иммунитета. Первый — уничтожение вредного фактора клетками-фагоцитами (рис. 57), второй — его связывание находящимися в крови особыми веществами белковой природы — антителами — с последующим уничтожением. В ответ на попадание во внутреннюю среду организма антигенов происходит выработка антител, точно соответствующих по строению этому антигену (как ключ соответствует замку). Если во внутреннюю среду попадёт другой антиген, то на него вырабатывается другое соответствующее антитело. В результате взаимодействия антигена и антитела образуются безвредные для организма неактивные соединения — комплексы «антиген — антитело». Их обычно уничтожают фагоциты.



Рис. 57. Фагоцит (голубого цвета) поглощает спору грибка путём фагоцитоза (микрофотография)

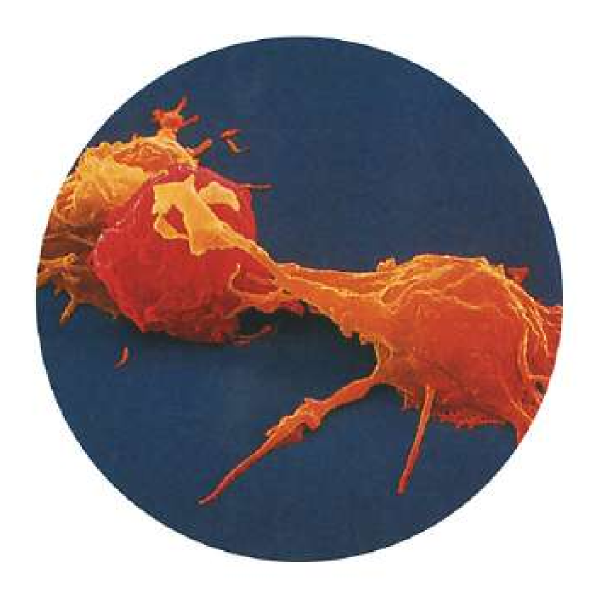
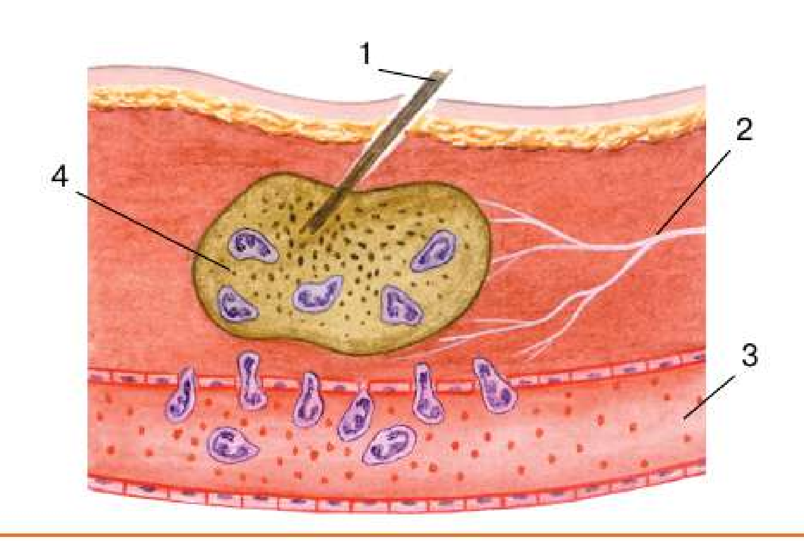


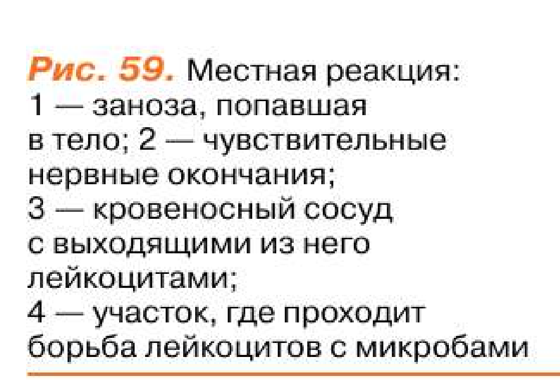
Рис. 58. Разновидность Т-лимфоцитов (клетка-киллер) уничтожает чужеродную клетку, попавшую в организм (микрофотография)

Иммунная система. У позвоночных животных есть специальные органы, где формируются и созревают клетки, участвующие в иммунной реакции. Это костный мозг, вилочковая железа (тимус), лимфатические узлы. Т-лимфоциты формируются в тимусе, В-лимфоциты — в лимфатических узлах.

Многие Т-лимфоциты способны распознавать микробные и другие антигены и расшифровывать их химическую структуру (рис. 58). В-лимфоциты, получив информацию об антигене от Т-лимфоцитов, начинают стремительно размножаться и выделять в кровь *антитела*. Каждый вид антител способен нейтрализовать строго определённый антиген, именно тот, который обнаружил Т-лимфоцит.

Антитела могут нейтрализовать только те антигены, которые находятся вне клеток. Если же вирусу удалось проникнуть в клетку, не оставив следов на её клеточной мембране, ни антитела, ни лейкоциты справиться с ним не смогут. Против вирусов борется сама клетка, выделяя особые вещества, одним из которых является *интерферон*.




Рис. 59. Местная реакция: 1 — заноза, попавшая в тело; 2 — чувствительные нервные окончания; 3 — кровеносный сосуд с выходящими из него лейкоцитами; 4 — участок, где проходит борьба лейкоцитов с микробами

Воспаление. Проникающие в организм микробы сначала сосредоточиваются в одном месте, поражая орган или часть его. Это вызывает *местную реакцию*, которая называется *воспалением*. Её приспособительное значение в том, чтобы не допустить распространения микробов на весь организм, а затем и полностью их уничтожить.

При воспалении происходит покраснение поражённого участка: расширяются капилляры, и к этому месту усиленно притекает кровь. Повышается местная температура, раздражаются рецепторы, вызывающие ощущение боли.

К воспалённому участку с кровью прибывают лейкоциты крови и макрофаги из тканей — начинается фагоцитоз. При этом вокруг скопления микробов образуется мощный защитный вал из лейкоцитов и макрофагов. Внутри этого вала происходит уничтожение возбудителей. При этом гибнет и часть клеток крови. Смесь из погибших микробов и фагоцитов и представляет собой всем известный гной (рис. 59).

Инфекционные болезни. Среди заболеваний, поражающих весь организм, особую группу составляют *инфекционные болезни*. Их вызывают живые возбудители: вирусы, бактерии, грибы. *Паразитарные болезни* вызываются простейшими, червями-паразитами, паразитическими насекомыми, клещами и другими организмами.

Инфекционные заболевания отличаются от других тем, что они *заразны*, а также им свойственны *циклическое течение* и формирование *постинфекционного иммунитета*. Под цикличностью течения заболевания по-

нимают закономерную смену симптомов болезни. Так, после попадания в организм инфекции больной некоторое время не чувствует каких-либо изменений. Это скрытый период болезни. В это время происходит, с одной стороны, размножение возбудителя, а с другой — нарастание иммунной реакции: опознание чужеродных соединений, выработка против них антител. Болезнь не наступит, если антителам удастся в самом начале подавить размножение возбудителя. В противном случае постепенно развиваются симптомы болезни (иногда это происходит резко). В этот острый период в организме происходит интенсивное накопление возбудителя, вредных веществ, которые он выделяет, а также уничтожающих их антител. В стадии выздоровления антитела начинают сдерживать размножение возбудителя и нейтрализуют его яды. Наступает облегчение, а затем выздоровление.

Инфекционные болезни — заразные болезни, поэтому важно знать, в какое время и как передаётся инфекция. Путь, через который возбудитель болезни может попасть в организм, называют *«воротами инфекции»*.

Наиболее частыми инфекционными поражениями являются *острые респираторные заболевания* (ОРЗ), в том числе *грипп*. Они вызываются различными микроорганизмами и вирусами. Иммунитет, выработанный к одному из возбудителей, не защищает от заражения другим. Грипп — это вирусное заболевание, которое передаётся воздушно-капельным путём. Зная это, надо тщательно следить за чистотой воздуха, удалять пыль, изолировать больного. Грипп распространяется очень быстро. Во время эпидемий гриппа следует избегать места большого скопления людей. Грипп опасен своими осложнениями, поэтому надо строго соблюдать предписания врача. При общении с людьми, больными гриппом, необходимо тщательно соблюдать правила личной гигиены и пользоваться марлевой повязкой, закрывающей рот и нос. При заболевании необходимо вызвать врача и обеспечить больному постельный режим.

Многие микроорганизмы не выдерживают кипячения, их можно уничтожить хлорамином и другими дезинфицирующими средствами.

Ряд инфекционных болезней поражает преимущественно детей. Это *корь, ветряная оспа, коклюш, свинка*. Эти заболевания обычно оставляют стойкий иммунитет.

Вместе с тем они очень заразны. Большинство людей болеют ими в детстве. Отсюда и их название — «детские» болезни, но болеть ими могут и взрослые.

Значительную опасность для окружающих представляют бацилло- и вирусоносители. Ими становятся люди, перенёсшие инфекционные заболевания, но не освободившиеся полностью от болезнетворных микроорганизмов. Силы иммунитета этих людей достаточны, чтобы защитить себя от возобновления заболевания, но они не могут уничтожить их до конца. Такие люди могут, сами того не подозревая, заражать окружающих. Поэтому не следует уклоняться от анализа на бациллоносительство, если его предлагает врач.

ИММУНИТЕТ, НЕСПЕЦИФИЧЕСКИЙ И СПЕЦИФИЧЕСКИЙ ИММУНИТЕТ, АНТИГЕНЫ, АНТИТЕЛА, ИММУННАЯ СИСТЕМА, ВОСПАЛЕНИЕ, ИНФЕКЦИОННЫЕ БОЛЕЗНИ, ПАРАЗИТАРНЫЕ БОЛЕЗНИ, ПОСТИНФЕКЦИОННЫЙ ИММУНИТЕТ, «ВОРОТА ИНФЕКЦИИ», БАЦИЛЛО- И ВИРУСОНОСИТЕЛИ, ИНТЕРФЕРОН.

Вопросы

1. Что такое иммунитет?
2. К какой форме иммунитета относится фагоцитоз?
3. Какие клетки образуют антитела?
4. Могут ли антитела, выработанные против дифтерии, обезвредить столбнячный яд? Объясните свою точку зрения.
5. Что такое воспаление? Каковы его признаки?
6. Какие заболевания называют инфекционными? Что для них характерно?
7. Что такое «ворота инфекции»?
8. Почему опасны бацилло- и вирусоносители?

Задания

1. Болели ли вы какими-либо «детскими» болезнями? Какие симптомы позволили поставить вам диагноз? Как проходил процесс выздоровления? Если вы болели в раннем детстве и не помните этого, расспросите своих родителей.
2. Проанализируйте рисунок 59. Ответьте на вопросы:
   1) Можно ли назвать изображённый на рисунке процесс воспалением?
   2) Почему образовался гнойный нарыв?

§ 19. Иммунология на службе здоровья

1. **Чем занимается иммунология?**
2. **Как появились вакцины и лечебные сыворотки?**
3. **Чем искусственный иммунитет отличается от естественного?**
4. **Почему возникает аллергия?**
5. **Что такое совместимость тканей и почему при переливании крови надо учитывать группу крови донора и больного?**

В настоящее время изучением иммунитета занимается наука иммунология. Её вклад в медицину, животноводство и другие отрасли народного хозяйства огромен, а начиналась она с довольно скромного эпизода.

История изобретения вакцин. Первую вакцину изобрёл английский учёный Эдуард Дженнер (1749—1823). Он заметил, что женщины, доившие больных оспой коров, у которых на вымени были оспенные пузырьки, гораздо реже болели натуральной оспой. Дженнер взял жидкость из оспенных пузырьков женщины, болевшей коровьей оспой, и втёр её в царапину на коже мальчика. Через некоторое время он заразил этого мальчика натуральной оспой, но мальчик не заболел. Дело в том, что вирус коровьей оспы, неопасный для человека, вызвал в организме пациента появление антител, нейтрализующих вирус чёрной оспы.

Продолжил дело Э. Дженнера французский микробиолог Луи Пастер (1822—1895). Он первый понял, что возбудителями многих инфекционных болезней являются микробы, и обратил внимание на то, что после перенесения болезни человек, как правило, не болеет. Пастер предположил: если удастся ослабить микроорганизмы настолько, чтобы они могли вызвать заболевание человека лишь в лёгкой форме, то в дальнейшем человек, перенёсший однажды такую болезнь, окажется невосприимчив к этому заболеванию. Опыты подтвердили эту мысль.


Луи Пастер

Препараты из ослабленных или убитых микробов (или их ядов) стали называть *вакцинами*, что в переводе означает «коровьи», в память о первой вакцине, созданной Э. Дженнером. Процедура введения вакцины получила название *прививка* или *вакцинация*. После прививки организм начинает самостоятельно вырабатывать антитела к введённому возбудителю, и спустя примерно месяц у человека формируется иммунитет.

Лечебные сыворотки. При введении *сыворотки* организм получает антитела в готовом виде. Особенно важно это в том случае, если заражение уже произошло.

Кровь для производства лечебной сыворотки берут либо у человека, перенёсшего данное заболевание, либо у животных, которых предварительно иммунизируют (рис. 60), вводя возбудителя инфекционного заболевания

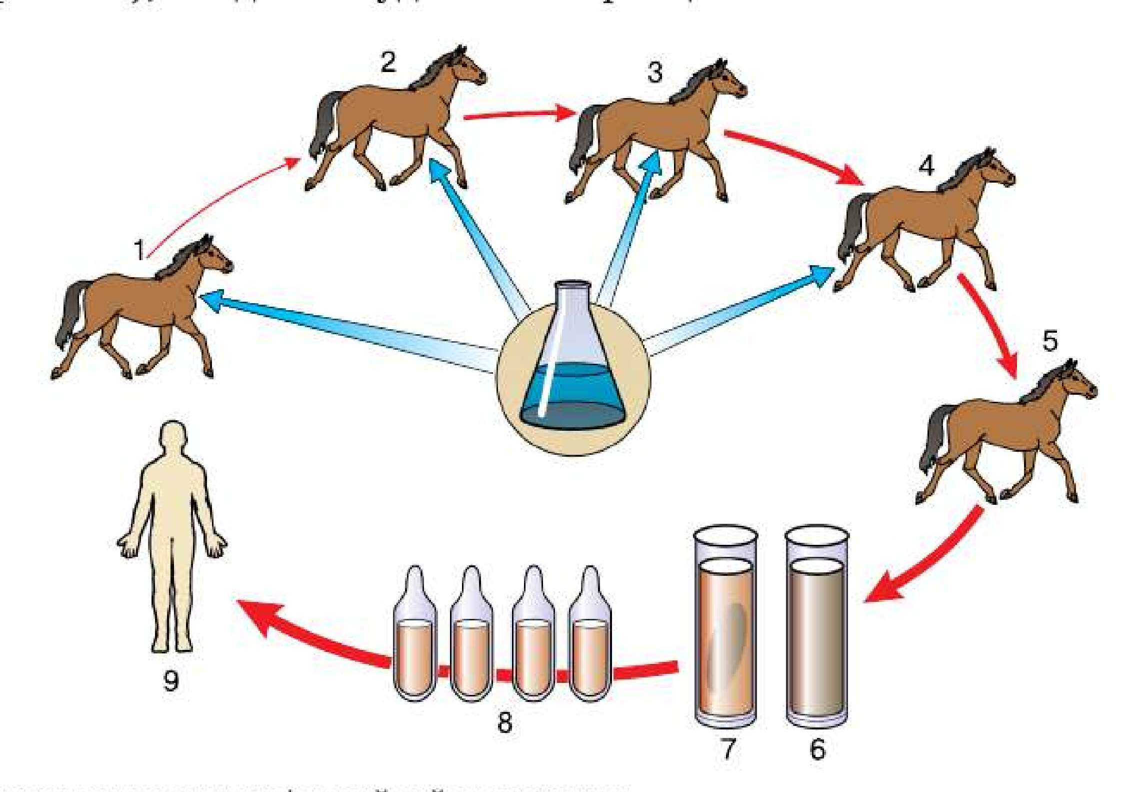


Рис. 60. Изготовление антидифтерийной сыворотки:
1, 2, 3, 4 — многократная вакцинация лошади (ей вводят дифтерийный яд — токсин), в её организме вырабатываются антитела против дифтерийного яда — антитоксины; 5 — взятие крови с антитоксинами, уничтожающими дифтерийный яд; 6, 7 — приготовление сыворотки крови, содержащей антитоксины (антитела), выработанные в организме лошади (освобождение от форменных элементов, получение плазмы крови, удаление фибриногена); 8 — ампулы с антидифтерийной сывороткой; 9 — введение сыворотки здоровому человеку для профилактики заболевания или больному для излечения

или же его токсин (яд). В ответ на это в организме животного вырабатываются защитные антитела — или антимикробные, или антитоксические. Например, противодифтерийная сыворотка — антитоксин. Её получают путём введения в организм животного дифтерийного токсина.

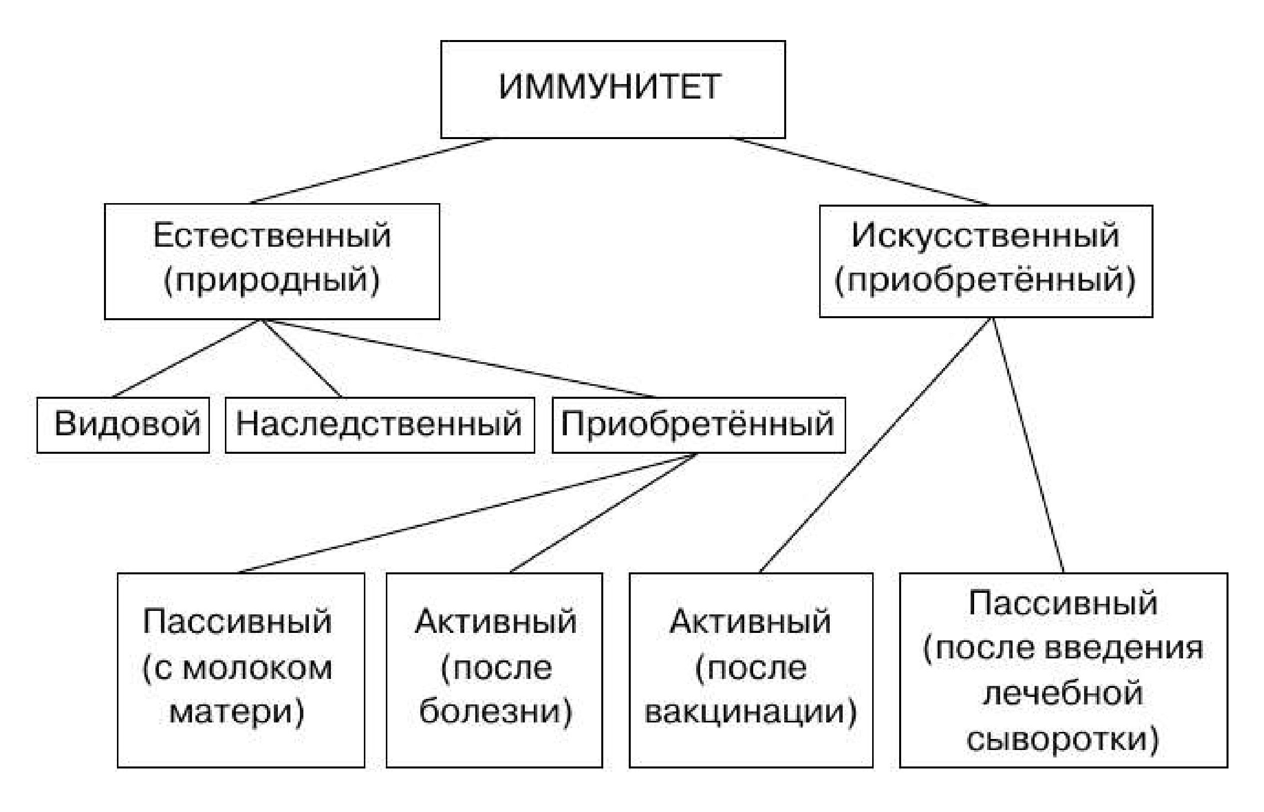
Все вакцины и сыворотки *специфичны*, то есть обладают строгой направленностью действия (например, антидифтерийная сыворотка не предохранит от других инфекционных заболеваний).

Естественный и искусственный иммунитет. Иммунитет может быть природный — естественный и искусственно созданный.

Естественный иммунитет может быть подразделён на видовой, наследственный и приобретённый. Например, человек никогда не заболевает чумкой собак, потому что в человеческом организме нет условий для жизнедеятельности возбудителя этого заболевания. Это *видовой* иммунитет. Некоторые люди невосприимчивы к заболеваниям, которыми страдают другие люди. Это *наследственный* иммунитет. Наконец, есть иммунитет, *приобретённый* в результате перенесённого заболевания, его называют активным иммунитетом. Пассивный естественный иммунитет обеспечивают антитела, полученные ребёнком от матери вместе с грудным молоком.

Искусственный иммунитет может быть только приобретённым. Он может быть активным, когда вводится вакцина и организм сам вырабатывает антитела, или пассивным, когда человеку вводят лечебную сыворотку, содержащую уже готовые антитела (см. схему на с. 124).

Аллергия. Повышенную чувствительность организма к некоторым факторам окружающей среды, например к продуктам питания, пахучим веществам, медицинским препаратам, предметам бытовой химии, называют *аллергией*. Вещество, вызывающее аллергию, называют *аллергеном*. Попавший в организм аллерген вызывает иммунную реакцию: в организме начинают образовываться антитела. Они прикрепляются к стенкам сосудов, к клеткам различных тканей и органов. При вторичном попадании аллергена в организм эти антитела образуют с ним комплексы «антиген — антитело». При этом выде-



ляются вещества, повреждающие клетки, к которым эти антитела были прикреплены. Возникают покраснение, зуд и другие признаки раздражения. Например, раздражение слизистой полости носа ведёт к насморку и чиханию, раздражение слизистой бронхов — к кашлю и усиленному выделению мокроты.

Аллергеном может быть цветочная пыльца, комнатная пыль, стиральные порошки, корм для рыб, шерсть собаки или кошки, антибиотики, выбросы городских и сельских предприятий.

Тканевая совместимость. Попытки пересадить ткань от одного человека другому предпринимались давно. Однако даже при удачно сделанной операции пересаженная ткань через некоторое время отторгалась. Причиной была иммунная реакция. Чужая ткань по биохимическому составу несколько отличалась от ткани пациента, которому её пересаживали. Этого было достаточно, чтобы некоторые химические соединения ткани воспринимались в организме как антигены.

Чем меньше пересаживаемая ткань содержит антигенов, тем больше шансов, что она приживётся. Поэтому задача хирургов — отыскать таких людей, у которых ткани были бы совместимы. Наиболее совместимыми являются ткани близких родственников. При пересадке

тканей и органов используют специальные препараты, подавляющие иммунную реакцию.

Переливание крови. С проблемой тканевой совместимости врачи столкнулись и при переливании крови. Первые попытки переливания крови непосредственно от одного человека (донора) к другому (реципиенту) были предприняты ещё в XIX в. Однако часто при этом эритроциты больного, которому переливали чужую кровь, слипались, и человек погибал.

В начале XX в. австрийский врач Карл Ландштейнер с коллегами создал учение о группах крови, что позволило безопасно возмещать кровопотерю у одного человека кровью другого. За свои открытия в 1930 г. К. Ландштейнер получил Нобелевскую премию.



Оказалось, что существует четыре разные группы крови — 0 (I), A (II), B (III), AB (IV), отличающиеся биохимическим составом. Принадлежность к той или иной группе обусловлена наличием на мембранах эритроцитов особых белков — антигенов (агглютиногенов) A и B и растворённых в плазме антител (агглютининов) α и β (см. табл.).

Группа крови	Антигены на эритроцитах	Антитела в плазме
I (0)	Нет	α и β
II (A)	A	β
III (B)	B	α
IV (AB)	A и B	Нет

При взаимодействии одноимённых антигенов и антител (например, A и α) эритроциты склеиваются (агглютинируют). Долгое время считалось, что люди с I группой крови являются универсальными донорами, потому что в их крови нет ни антигена A, ни антигена B, а люди с IV группой крови — универсальные реципиенты, потому что у них уже присутствуют оба возможных антигена. Однако в настоящее время пациенту стараются переливать кровь только своей группы.

В течение всей жизни человека его группа крови не меняется: антигены, присутствующие в эритроцитах, и антитела, находящиеся в плазме, постоянны в течение всей жизни.



Резус-фактор. У многих людей в эритроцитах имеется белок, который называют *резус-фактор*. Он обозначается символом Rh^{+}. Этот белок получил такое название, потому что впервые был обнаружен у обезьян вида макака-резус. Кровь людей, которые имеют его, называют резус-положительной, а кровь людей, в эритроцитах которых он отсутствует, — резус-отрицательной.

Если человеку с резус-отрицательной кровью перелить резус-положительную кровь, в его организме начнётся выработка антител против резус-фактора. Поэтому резус-отрицательным пациентам можно переливать только резус-отрицательную кровь.

Резус-конфликт может произойти и в том случае, когда мать резус-отрицательна, а плод резус-положителен. В норме кровь плода и матери не смешивается, поэтому во время первой беременности в резус-отрицательном женском организме не вырабатываются антитела к эритроцитам плода, несущим резус-фактор, и ребёнок остаётся здоровым. Однако во время родов кровь плода попадает в кровоток матери, поэтому в организме женщины начинают синтезироваться антитела к резус-фактору. Во время следующей беременности, когда антител накопится много, возникает резус-конфликт. Антитела из крови матери через плаценту проникают в кровоток плода и повреждают его эритроциты. Происходит гемолиз (распад) эритроцитов, у ребёнка развивается гемолитическая желтуха — состояние, опасное для жизни. С целью её предупреждения всем беременным с резус-отрицательной кровью делают анализы для выявления антител к резус-фактору. В случае их наличия сразу же после рождения ребёнку делают обменное переливание крови.

Накопление антител в организме резус-отрицательной женщины можно предотвратить путём специальной профилактики. После первых родов женщине внутривенно вводят специальный препарат, который устраняет из её крови выработанные антитела к Rh-фактору.

ИММУНОЛОГИЯ, ЛЕЧЕБНЫЕ СЫВОРОТКИ, ПРЕДУПРЕДИТЕЛЬНЫЕ ПРИВИВКИ (ВАКЦИНЫ), АНТИТЕЛА, АНТИТОКСИНЫ, ЕСТЕСТВЕННЫЙ ИММУНИТЕТ: ВИДОВОЙ, НАСЛЕДСТВЕННЫЙ, ПРИОБРЕТЁННЫЙ; ИСКУССТВЕННЫЙ ИММУНИТЕТ: ПАССИВНЫЙ, АКТИВНЫЙ; АЛЛЕРГИЯ, АЛЛЕРГЕН, ТКАНЕВАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ, I, II, III И IV ГРУППЫ КРОВИ, РЕЗУС-ФАКТОР, ДОНОР, РЕЦИПИЕНТ.

Вопросы

1. Какова заслуга Э. Дженнера и Л. Пастера в изобретении вакцины?
2. Почему прививка против кори не обеспечивает иммунитет к столбняку?
3. Что такое аллергия и как она возникает?
4. Почему тканевая несовместимость является препятствием при пересадке органов?
5. Какие группы крови имеются у человека?
6. Как можно объяснить конфликт между резус-положительным плодом и резус-отрицательным материнским организмом?
7. Почему при переливании крови необходимо учитывать группу крови и резус-фактор? Знаете ли вы свою группу крови и резус-фактор?
8. Существует ли у вас аллергия на какие-либо вещества или продукты? Какие меры необходимо соблюдать для предупреждения развития аллергической реакции?
9. Подумайте, что произойдёт, если человеку с резус-положительной кровью перелить резус-отрицательную кровь.

Задания

1. На рисунке 60 показан процесс приготовления противодифтерийного антитоксина, состоящего из антител, нейтрализующих дифтерийный яд. Рассмотрите рисунок и ответьте на вопросы:
   1) Что находится в колбе, содержимое которой вводят лошади несколько раз, постепенно увеличивая дозу?
   2) Что происходит в организме лошади в ответ на введение этого вещества?
   3) Как обрабатывают кровь лошади, чтобы получить антидифтерийный антитоксин?
   4) В каких случаях применяют антидифтерийный антитоксин?
   5) Какой тип иммунитета вырабатывается у больного, которому ввели антидифтерийный антитоксин?
2. Используя дополнительную литературу и интернет-ресурсы, подготовьте сообщение о работах Э. Дженнера и Л. Пастера.

Основные положения главы 5

Внутренняя среда организма состоит из трёх компонентов, объединённых в единую систему: *кровь* пополняет состав *тканевой жидкости*, избыток *тканевой жидкости* всасывается *лимфатическими капиллярами* и после очищения в лимфоузлах попадает снова в *кровь*.

Кровь состоит из плазмы и форменных элементов. В плазме содержатся необходимые клеткам питательные вещества, она уносит из клеток продукты распада. При повреждении сосудов разрушаются тромбоциты, и содержащийся в плазме фибриноген превращается в фибрин. Кровь свёртывается.

Эритроциты крови переносят кислород и частично углекислый газ. В лёгких гемоглобин превращается в оксигемоглобин: $Hb + 4O_2 = HbO_8$. В других тканях и органах идёт обратная реакция: $HbO_8 = Hb + 4O_2$.

Лейкоциты крови имеют различное строение и выполняют разные функции. Фагоциты обволакивают микробов ложноножками и уничтожают их, лимфоциты действуют другими способами. Одни из них распознают чужеродные вещества — антигены, другие выделяют в плазму крови химические вещества — антитела, которые связываются с антигенами и нейтрализуют их.

Способность организма реагировать на чужеродные вещества и уничтожать их называют иммунитетом. Изучение механизмов иммунитета позволило разработать предохранительные прививки, вакцины и лечебные сыворотки. Вакцина содержит антигены, которые вызывают у пациента выработку собственных антител. Лечебная сыворотка содержит готовые антитела, выработанные в организме донора.

Изучение иммунных свойств организма позволило понять причины возникновения аллергии, преодолеть тканевую несовместимость, сделать безопасным переливание крови.

Глава 6

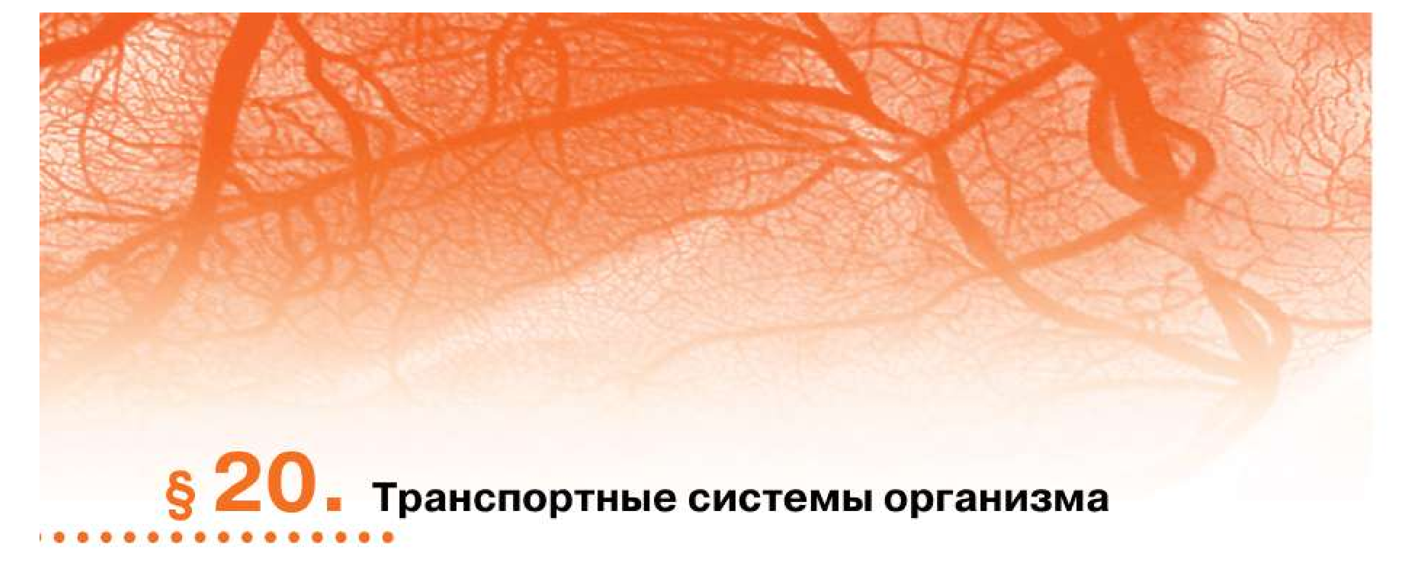
Кровеносная и лимфатическая системы

Из этой главы вы узнаете

- как взаимодействуют кровеносная и лимфатическая системы;
- как работает сердце и как его укрепить;
- как осуществляется регуляция деятельности сердца и сосудов;
- что надо делать при нарушении сердечной деятельности и кровотечениях

Вы научитесь

- различать на таблицах органы кровеносной и лимфатической систем;
- с помощью функциональных проб определять степень тренированности вашей сердечно-сосудистой системы;
- подсчитывать число пульсовых ударов;
- оказывать первую помощь при кровотечениях и обрабатывать раны



§ 20. Транспортные системы организма

1. Какие системы организма могут быть названы транспортными?

2. Из каких частей состоит кровеносная система, из каких — лимфатическая?

3. Как связаны обе системы между собой?

К транспортным системам организма относят кровеносную и лимфатическую системы. Они связаны и дополняют одна другую.



Органы кровеносной системы. Система органов кровообращения состоит из сердца и кровеносных сосудов: артерий, вен и капилляров.

Сердце, как насос, перекачивает кровь по сосудам. Вытолкнутая сердцем кровь попадает в *артерии*, которые несут кровь к органам. Самая крупная артерия — *аорта*. Артерии многократно ветвятся на более мелкие и образуют *кровеносные капилляры*, в которых происходит обмен веществами между кровью и тканями организма. Капилляры сливаются в *вены* — сосуды, по которым кровь возвращается к сердцу. Мелкие вены сливаются в более крупные, пока, наконец, не достигнут сердца.

Кровеносная система человека, как и всех позвоночных, *замкнутая*. Между кровью и клетками тела всегда имеется барьер — стенка кровеносного сосуда, омываемая тканевой жидкостью. У артерий и вен стенки толстые, поэтому содержащиеся в крови питательные вещества, кислород, продукты распада не могут проникнуть через них. Кровь без потерь доносит вещества до того места, где они нужны. Обмен между кровью и тканями

возможен только в капиллярах, которые имеют очень тонкие стенки — из одного слоя эпителиальных клеток. Через них просачивается часть плазмы крови, пополняя тканевую жидкость, проходят питательные вещества, кислород, углекислый газ и другие соединения.

Лимфатическая система представлена *лимфатическими капиллярами, лимфатическими сосудами и лимфатическими узлами* (рис. 61). Лимфатические капилляры — это замкнутые с одного конца тонкие трубки, стенка которых состоит из одного слоя эпителиальных клеток. Капилляры вбирают в себя избыток тканевой жидкости, которая превращается в лимфу и оттекает по лимфатическим сосудам. Сливаясь друг с другом, лимфатические сосуды образуют крупные лимфатические протоки, впадающие в вены в области шеи.

По ходу лимфатических сосудов располагаются лимфатические узлы (см. рис. 61). Это небольшие бобовид-

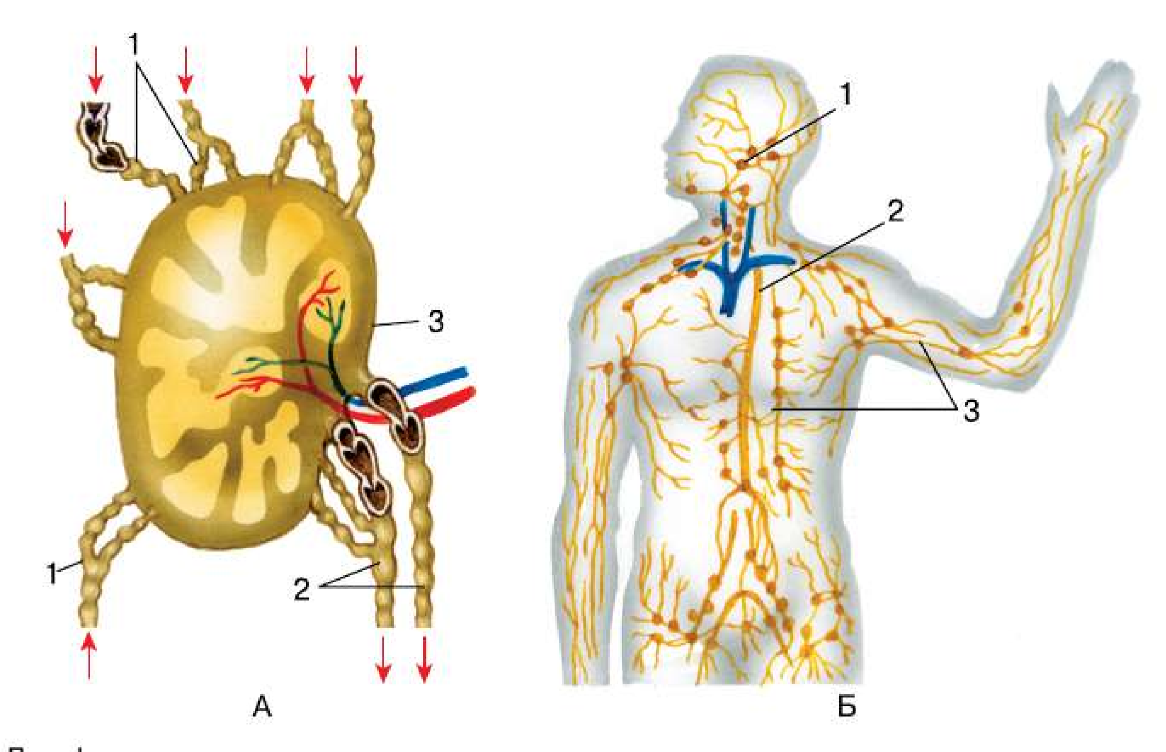


Рис. 61. Лимфатическая система человека:
А — лимфатический узел: 1 — входящие лимфатические сосуды; 2 — выходящие лимфатические сосуды; 3 — оболочка лимфатического узла (красными и синими линиями показаны кровеносные сосуды, питающие лимфоузел; стрелками — движение лимфы); Б — лимфатическая система: 1 — лимфатические узлы; 2 — грудной лимфатический проток, впадающий в систему верхней полой вены; 3 — лимфатические сосуды

ные образования розоватого цвета, функционирующие как биологические фильтры: они задерживают попавшие в лимфу чужеродные структуры и уничтожают микроорганизмы. Лимфатические узлы относят также и к иммунной системе, потому что в них созревают лимфоциты, вырабатывающие антитела.

Кровеносная и лимфатическая системы тесно связаны между собой. К тканям жидкость поступает только по артериям в составе крови, а оттекает от тканей по двум путям: по венам в составе крови и по лимфатическим сосудам в виде лимфы. В кишечнике некоторые питательные вещества всасываются не в кровь, а в лимфу. Недалеко от сердца потоки крови и лимфы вновь сливаются.

Строение артерий, капилляров, вен и лимфатических сосудов. Все сосуды, кроме кровеносных и лимфатических капилляров, состоят из трёх слоёв (рис. 62). Наружный слой состоит из соединительной ткани, средний — из гладкой мышечной ткани и, наконец, внутренний — это однослойный эпителий. Стенка капилляров образована только эпителиальной тканью.

Наиболее толстые стенки у артерий. Им приходится выдерживать большое давление крови, выталкиваемой

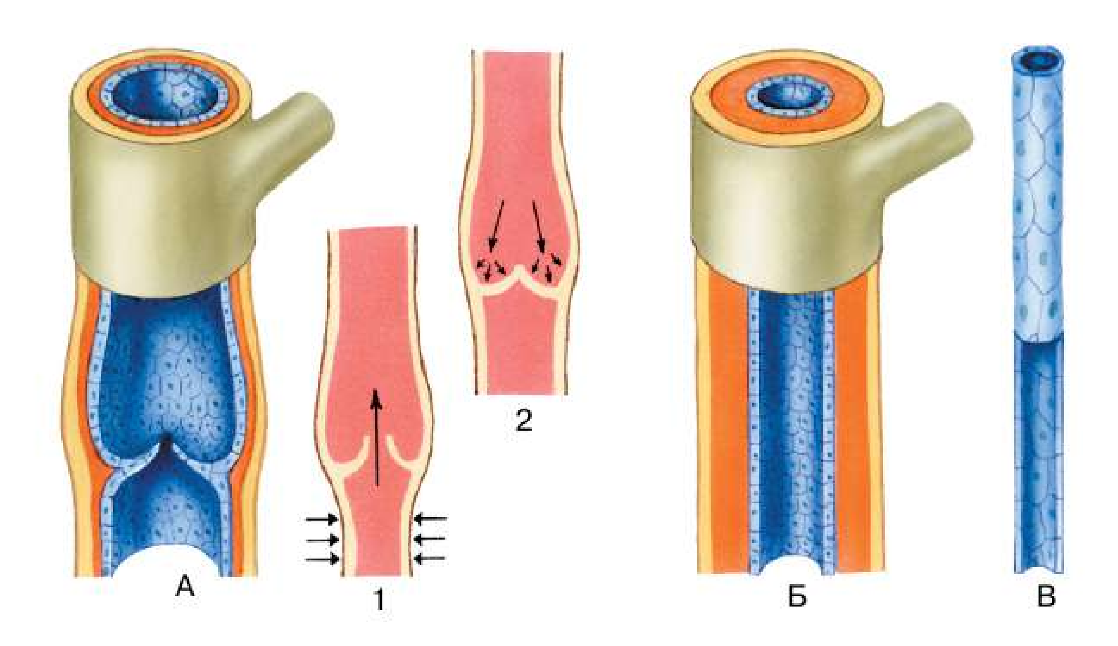


Рис. 62. Кровеносные сосуды:
А — вена с кармановидными клапанами; 1 и 2 — действие кармановидных клапанов при сдавливании вены мышцами; Б — артерия; В — капилляр

в них сердцем. У артерий мощная соединительнотканная наружная оболочка и мышечный слой. Благодаря гладким мышцам, сжимающим сосуд, кровь получает дополнительное ускорение. Этому же способствует соединительнотканная наружная оболочка: при наполнении артерии кровью она растягивается, а потом в силу своей эластичности давит на содержимое сосуда.

Вены и лимфатические сосуды также имеют соединительнотканный наружный и гладкомышечный средний слой, однако последний не такой мощный. Стенки вен и лимфатических сосудов эластичны и легко сдавливаются скелетными мышцами, вдоль которых они проходят. Внутренний эпителиальный слой средних по размеру вен и лимфатических сосудов образует *кармановидные клапаны*. Они не дают крови и лимфе течь в обратном направлении. Работа мышц способствует нормальному продвижению крови и лимфы.

АРТЕРИИ, АОРТА, КРОВЕНОСНЫЕ КАПИЛЛЯРЫ, ВЕНЫ, ЛИМФАТИЧЕСКИЕ КАПИЛЛЯРЫ, ЛИМФАТИЧЕСКИЕ СОСУДЫ, ЛИМФАТИЧЕСКИЕ УЗЛЫ, КАРМАНОВИДНЫЕ КЛАПАНЫ.

Вопросы

1. Какие сосуды называют артериями, венами и капиллярами? Сравните их строение. Как строение сосудов связано с процессами, которые в них происходят?
2. Как образуются тканевая жидкость и лимфа?
3. Какое значение в организме имеют лимфатические узлы?

Задания

1. Перечислите органы кровеносной и лимфатической систем.
2. Если предплечье затянуть ремнём и преградить путь крови, с какой стороны набухнут вены: со стороны плеча или со стороны кисти? Можно ли этим способом узнать, куда движется кровь?
3. Составьте схему, иллюстрирующую взаимопревращение трёх основных компонентов внутренней среды организма.
4. Рассмотрите рисунок 61, Б. Где расположено большинство лимфатических узлов? Попробуйте прощупать свои лимфатические узлы на шее или за ушами. Объясните, почему во время болезни лимфатические узлы увеличиваются.

§ 21. Круги кровообращения

1. **Каковы функции большого круга кровообращения?**
2. **Что происходит в малом круге кровообращения?**
3. **Какую функцию выполняют лимфатические капилляры и лимфатические узлы?**

Два круга кровообращения. Сплошной продольной перегородкой сердце разделено на две изолированные половины: правую и левую. *Левая часть* сердца (на рис. 63 она расположена справа) содержит богатую кислородом артериальную кровь, а *правая* — бедную кислородом, но богатую углекислым газом венозную кровь. Каждая половина сердца состоит из *предсердия* (верхней камеры) и *желудочка* (нижней камеры). В предсердиях кровь собирается, затем она направляется в желудочки, а из желудочков выталкивается в крупные сосуды. Поэтому началом кровообращения принято считать желудочки.

Как у всех млекопитающих, кровь у человека движется по *двум кругам кровообращения* — большому и малому (см. рис. 63).

Большой круг кровообращения. В левом желудочке начинается большой круг кровообращения. При сокращении левого желудочка кровь выбрасывается в аорту — самую большую артерию.

От дуги аорты отходят артерии, снабжающие кровью голову и руки. В грудной полости от нисходящей части аорты отходят сосуды к органам грудной клетки, а в брюшной — к органам пищеварения, почкам и к другим внутренним органам, к мышцам туловища и к нижним конечностям. Артерии снабжают кровью все органы и ткани. Они многократно ветвятся, сужаются и постепенно переходят в кровеносные капилляры.

В капиллярах большого круга оксигемоглобин эритроцитов распадается на гемоглобин и кислород. Кислород поглощается тканями и используется для биологического окисления, а выделяющийся углекислый газ уносится плазмой крови и эритроцитами, соединяясь

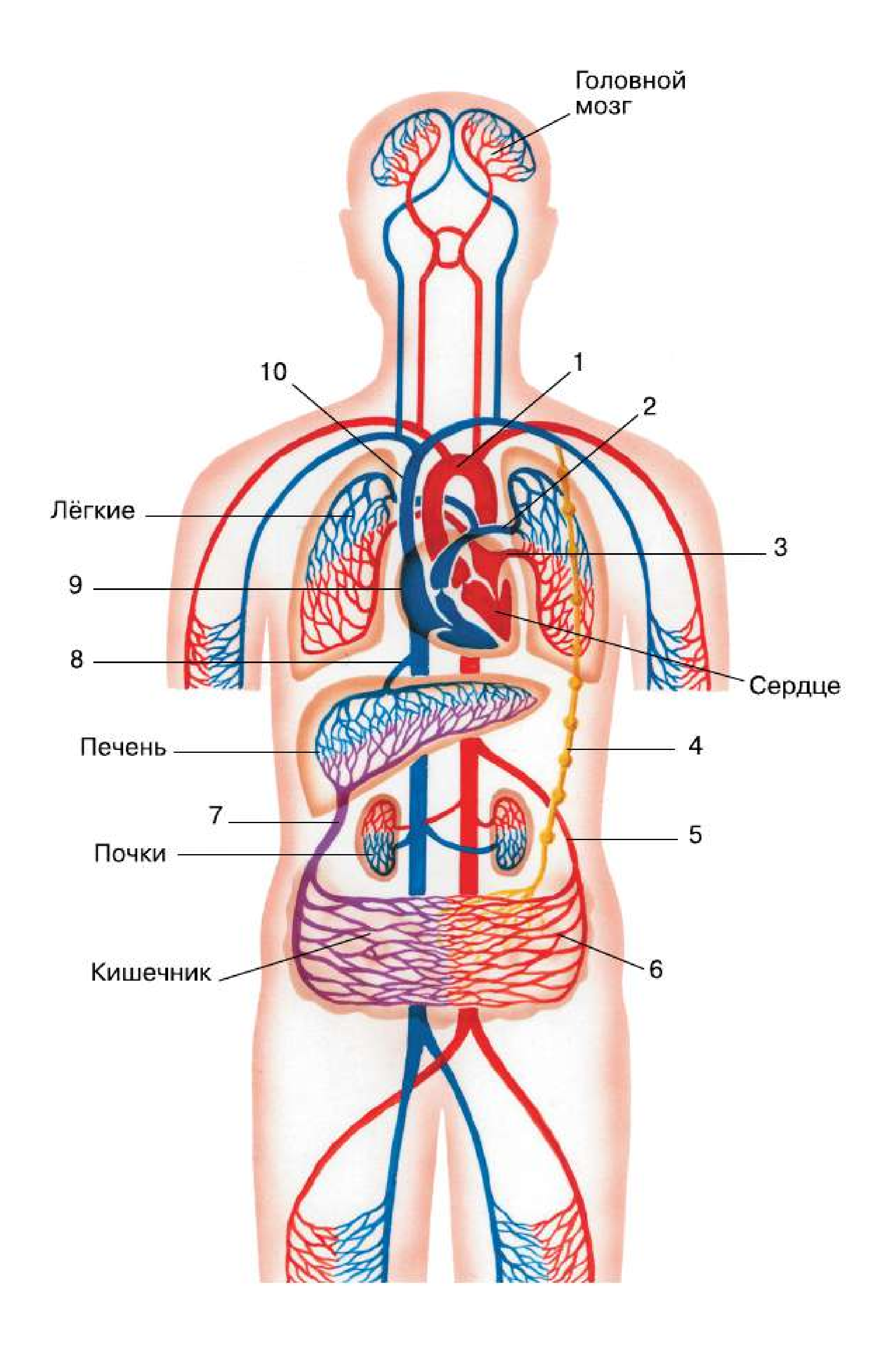


Рис. 63. Схема кровообращения (артериальная кровь изображена красным цветом, венозная — синим, лимфатические сосуды — жёлтым):
1 — аорта; 2 — лёгочная артерия; 3 — лёгочная вена; 4 — лимфатические сосуды;
5 — артерии кишечника; 6 — капилляры кишечника; 7 — воротная вена;
8 — печёночная вена; 9 — нижняя полая вена; 10 — верхняя полая вена

с гемоглобином. Питательные вещества, содержащиеся в крови, поступают в межклеточную жидкость, а оттуда в клетки. После этого кровь собирается в вены большого круга. Вены верхней половины тела впадают в *верхнюю полую вену*, вены нижней половины тела — в *нижнюю полую вену*. Обе вены несут кровь в правое предсердие. Здесь завершается большой круг кровообращения. Венозная кровь переходит в правый желудочек, откуда начинается малый круг.

Малый (или лёгочный) круг кровообращения. При сокращении правого желудочка венозная кровь направляется в лёгочный ствол, который затем ветвится на две *лёгочные артерии*. Правая артерия ведёт в правое лёгкое, левая — в левое лёгкое. Обратите внимание: *по лёгочным артериям движется венозная кровь!* В лёгких артерии ветвятся, становясь всё тоньше и тоньше. Они подходят к лёгочным пузырькам — альвеолам. Здесь тонкие артерии разделяются на капилляры, оплетая тонкую стенку каждого пузырька. Содержащийся в венах углекислый газ уходит в альвеолярный воздух лёгочного пузырька, а кислород из альвеолярного воздуха переходит в кровь. Здесь он соединяется с гемоглобином. Кровь становится артериальной: гемоглобин вновь превращается в оксигемоглобин, и кровь меняет цвет — из тёмной становится алой. *Артериальная кровь по лёгочным венам* возвращается к сердцу. От левого и от правого лёгких к левому предсердию направляются по две лёгочные вены, несущие артериальную кровь. В левом предсердии малый круг кровообращения заканчивается. Кровь переходит в левый желудочек, и далее начинается большой круг кровообращения. Так вся кровь последовательно проходит сначала один круг кровообращения, потом другой.

Кровообращение в сердце относится к большому кругу. От аорты к сердечной мышце отходит артерия. Она опоясывает сердце в виде венца и поэтому называется *венечной артерией*. От неё вглубь мышцы отходят более мелкие сосуды, ветвясь на капилляры. Здесь артериальная кровь отдаёт свой кислород и поглощает углекислый газ. Венозная кровь собирается в вены, которые сливаются и несколькими протоками впадают в правое предсердие.

Отток лимфы уносит из тканевой жидкости всё, что образуется в процессе жизнедеятельности клеток, а также попавшие во внутреннюю среду микроорганизмы и отмершие части клеток. Кроме того, в лимфатическую систему поступают некоторые питательные вещества из кишечника. Всё это попадает в лимфатические капилляры и с током лимфы направляется в лимфатические сосуды. Проходя через лимфатические узлы, лимфа очищается и, освобождённая от посторонних примесей, впадает в вены шеи.

Таким образом, наряду с кровеносной системой существует лимфатическая система, которая позволяет в том числе очищать межклеточное пространство от ненужных веществ.

ПРЕДСЕРДИЯ И ЖЕЛУДОЧКИ СЕРДЦА, АОРТА, АРТЕРИИ, КАПИЛЛЯРЫ, ВЕРХНЯЯ И НИЖНЯЯ ПОЛЫЕ ВЕНЫ, ЛЁГОЧНЫЕ АРТЕРИИ, ЛЁГОЧНЫЕ КАПИЛЛЯРЫ ЛЁГОЧНЫЕ ВЕНЫ, АРТЕРИАЛЬНАЯ КРОВЬ, ВЕНОЗНАЯ КРОВЬ, ВЕНЕЧНАЯ АРТЕРИЯ.

Вопросы

1. Какая кровь течёт по артериям большого круга, а какая — по артериям малого?
2. Где начинается и где кончается большой круг кровообращения, а где — малый?
3. Как вы считаете, к замкнутой или незамкнутой системе относится лимфатическая система?

Задания

1. Проследите по схеме, изображённой на рисунках 50 и 63, путь лимфы от момента её образования до впадения в русло кровеносного сосуда. Укажите функцию лимфатических узлов.
2. Сравните строение и функции кровеносной и лимфатической систем. В чём их сходство и различия? Выберите критерии сравнения, обобщите результаты и оформите их в виде таблицы.
3. Опишите путь, который пройдёт лекарственный препарат, введённый в вену на левой руке, если он должен подействовать на лёгкие.



Лабораторная работа

Изучение особенностей кровообращения

I. Функция венозных клапанов.

Предварительные пояснения. Если рука опущена, венозные клапаны не дают крови стечь вниз. Клапаны раскрываются лишь после того, как в нижележащих сегментах накопится достаточное количество крови, чтобы открыть венозный клапан и пропустить кровь вверх, в следующий сегмент. Поэтому вены, по которым кровь движется против силы тяжести, всегда набухшие.

Ход опыта

Поднимите одну руку вверх, а вторую опустите вниз. Спустя минуту положите обе руки на стол.

Ответьте на вопросы

1. Почему поднятая рука побледнела, а опущенная — покраснела?
2. В поднятой или опущенной руке клапаны вен были закрыты?

II. Изменения в тканях при перетяжках, затрудняющих кровообращение (рис. 64).

Оборудование: аптечное резиновое кольцо или нитки.

Предварительные пояснения. Перетяжка конечности затрудняет отток крови по венам и лимфы по лимфатическим сосудам. Расширение кровеносных капилляров и вен приводит к покраснению, а затем и к посинению части органа, изолированной перетяжкой. В дальнейшем эта часть органа становится белой из-за выхода плазмы крови в межклеточные промежутки, поскольку давление крови возрастает (так как нет оттока крови), а отток лимфы по лимфатическим сосудам также заблокирован. Тканевая жидкость накапливается, сдавливая клетки. Орган становится плотным на ощупь. Начинающееся кислородное голодание тканей субъективно ощущается как ползание мурашек, покалывание. Работа рецепторов нарушается.

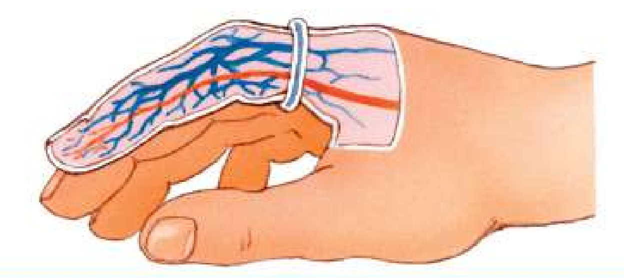


Рис. 64. Схема перетяжки пальца

Ход опыта

Накрутите на палец резиновое кольцо или перетяните палец ниткой. Обратите внимание на изменение цвета пальца. Почему он делается сначала красным, потом фиолетовым, а затем белым? Почему ощущаются признаки кислородной недостаточности? Как они проявляются? Дотроньтесь перетянутым пальцем до какого-либо предмета. Палец кажется каким-то ватным. Почему нарушена чувствительность? Почему ткани пальца уплотнены?

Снимите перетяжку и помассируйте палец по направлению к сердцу. Что достигается этим приёмом?

Ответьте на вопросы

1. Почему вредно туго затягиваться ремнём, носить тесную обувь?
2. Почему вышли из моды корсеты, которыми затягивались дамы XIX столетия?

§ 22. Строение и работа сердца

1. Как определить размеры сердца?
2. Каковы функции сердечной сумки?
3. Как работают клапаны сердца?
4. Из чего складывается сердечный цикл?
5. Как регуляция со стороны центральной нервной системы сочетается с автоматизмом сердечной деятельности?

Положение сердца в грудной полости. Слово «сердце» происходит от слова «середина». Сердце находится в середине между правым и левым лёгкими и лишь слегка смещено в левую сторону (рис. 65). Верхушка сердца направлена вниз, вперёд и немного влево, поэтому удары сердца максимально ощущаются слева от грудины.

Размеры сердца человека примерно равны размерам его кулака. Сердце не случайно называют полым мускульным мешком. *Наружный слой* стенки сердца (эпикард) состоит из соединительной ткани. *Средний* — миокард — из сердечной мышечной ткани. *Внутренний слой*

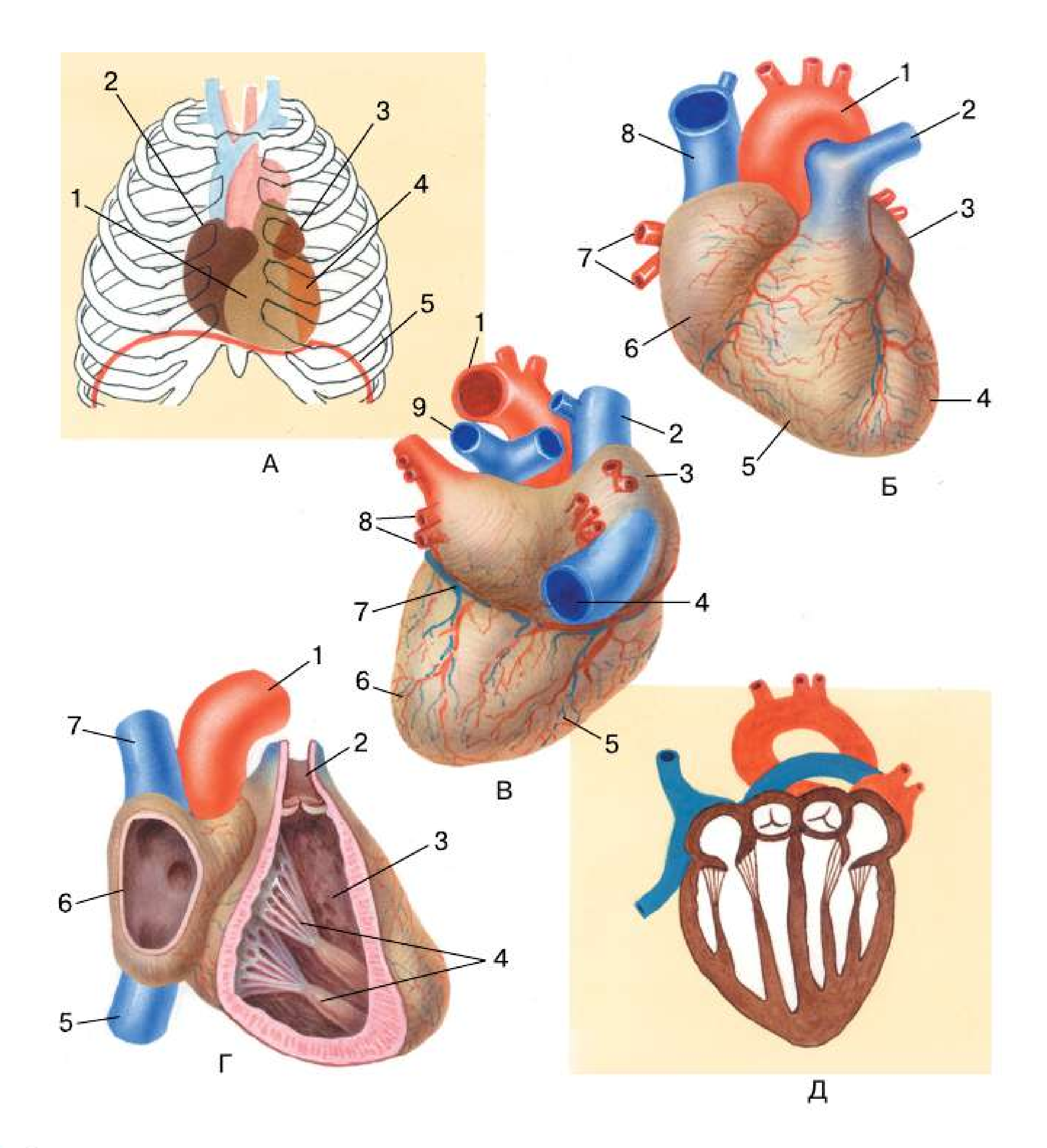


Рис. 65. Сердце и сосуды, связанные с сердцем.
А — положение сердца в грудной полости: 1 — правое предсердие; 2 — правый желудочек; 3 — левое предсердие; 4 — левый желудочек; 5 — диафрагма; Б — сердце с отходящими сосудами (вид спереди): 1 — аорта; 2 — лёгочная артерия; 3 — левое предсердие; 4 — левый желудочек; 5 — правый желудочек; 6 — правое предсердие; 7 — лёгочные вены; 8 — верхняя полая вена; В — сердце с отходящими сосудами (вид сзади): 1 — аорта; 2 — верхняя полая вена; 3 — правое предсердие; 4 — нижняя полая вена; 5 — правый желудочек; 6 — левый желудочек; 7 — левое предсердие; 8 — лёгочные вены; 9 — лёгочная артерия; Г — внутреннее строение сердца (правая сторона): 1 — аорта; 2 — лёгочная артерия с полулунным клапаном; 3 — правый желудочек; 4 — створчатые клапаны с сухожильными нитями и сосочковыми мышцами; 5 — нижняя полая вена; 6 — правое предсердие; 7 — верхняя полая вена; Д — общая схема строения сердца

(эндокард) состоит из эпителиальной ткани. Таким образом стенка сердца имеет те же слои, что и сосуды.

Сердце находится в соединительнотканном «мешке», который называют *околосердечной сумкой*.

Наружный листок сумки сращён с грудиной и рёбрами, а внутренний срастается с сердцем. Между листками имеется щелевидная полость с небольшим количеством специальной жидкости, которая снижает трение при сокращениях сердца. Околосердечная сумка отгораживает сердце от других органов грудной клетки, не позволяет сердцу смещаться и деформироваться при выполнении физической нагрузки.

Предсердия и желудочки каждой половины сердца сообщаются между собой через широкие отверстия. Эти отверстия могут закрываться и открываться с помощью специальных *створчатых клапанов*. Эти клапаны устроены таким образом, что могут пропускать кровь только из предсердий в желудочки. Створки клапанов прикрепляются специальными сухожильными нитями к внутренней поверхности стенки желудочка — к сосочковым мышцам. Поэтому при сокращении желудочка створки клапана смыкаются под давлением крови, сухожильные нити натягиваются и удерживают клапаны от выворачивания, препятствуя, таким образом, обратному току крови в предсердие.

От желудочков отходят крупные сосуды: из левого желудочка выходит аорта, из правого — лёгочный ствол. При сокращении сердца в них поступает кровь. Между желудочками и сосудами находятся *полулунные клапаны*. Они имеют вид карманов, открытых в сторону сосудов. Когда кровь под давлением поступает из желудочка в сосуд, клапаны наполняются кровью. Подобно наполненным карманам, они расширяются и препятствуют обратному току крови. Полулунные клапаны обеспечивают ток крови только в одном направлении — из желудочков в сосуды. Все клапаны сердца открываются пассивно, под действием тока крови.

Автоматия сердца. Сердце способно ритмически сокращаться под влиянием электрических импульсов, возникающих в нём самом. Это явление называют *автоматией серд-*

ца. Генерируют электрические импульсы скопления особых мышечных клеток, так называемые узлы автоматии. Главный узел автоматии расположен в мышце правого предсердия. Именно здесь возникают импульсы, определяющие ритм сердечных сокращений у здорового человека. Соединяясь друг с другом специальными контактами, мышечные клетки сердца — кардиомиоциты беспрепятственно передают возбуждение по всему миокарду. Это обеспечивает слаженную и бесперебойную работу сердца.

Сердечный цикл. Сердце ритмически сокращается и расслабляется. При сокращении кровь выталкивается из камеры, при расслаблении заполняет её (рис. 66).

1. Сердечный цикл начинается с *сокращения предсердий*. При этом кровь через открытые створчатые клапаны проталкивается в желудочки сердца. Сокращение предсердий начинается с места впадения в него вен, поэтому устья их сжаты и попасть назад в вены кровь не может.

2. Вслед за предсердиями *сокращаются желудочки*. Створчатые клапаны, отделяющие предсердия от желудочков, под давлением крови захлопываются. Благодаря этому кровь не может попасть в предсердия. Под её напором открываются полулунные клапаны на границе между желудочками и выносящими сосудами, и кровь направляется из левого желудочка в аорту (большой круг

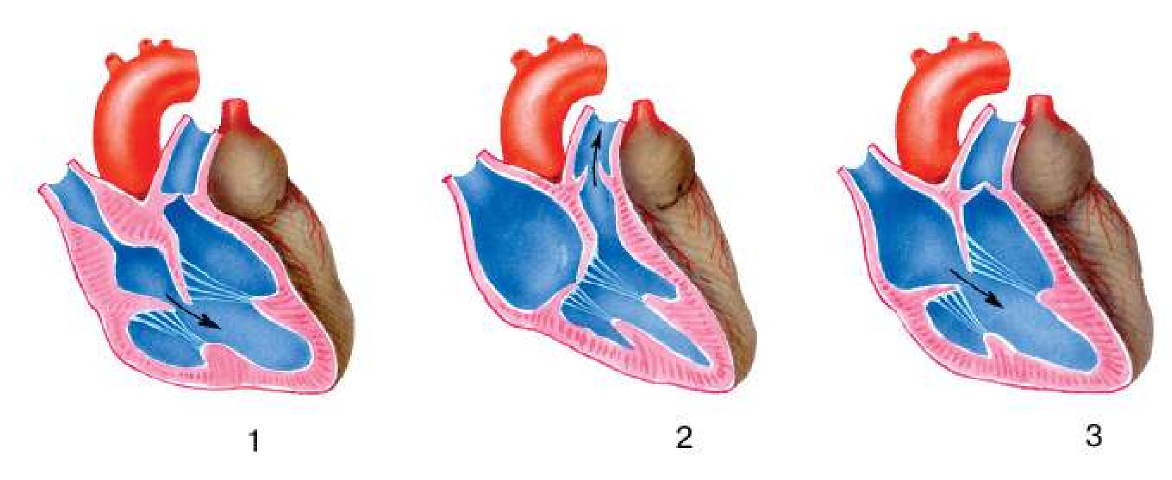


Рис. 66. Сердечный цикл: 1 — сокращение предсердий; 2 — сокращение желудочков; 3 — пауза. При сокращении желудочков открываются полулунные клапаны и закрываются створчатые. В остальных фазах створчатые клапаны всегда открыты, полулунные всегда закрыты

кровообращения), а из правого желудочка в лёгочный ствол (малый круг кровообращения).

3. *Пауза*. После сокращения желудочков наступает *пауза*, во время которой и предсердия, и желудочки одновременно расслабляются. В это время давление в аорте и лёгочном стволе становится выше, чем в желудочках, поэтому полулунные клапаны захлопываются. Одновременно в предсердия, которые по-прежнему расслаблены, поступает кровь из вен. По мере заполнения предсердий кровью давление в них возрастает, створчатые клапаны открываются, пропуская часть крови в желудочки. Таким образом, большая часть крови поступает в желудочки самотёком во время общего расслабления сердца.

Когда начнётся новый цикл, оставшаяся в предсердиях кровь будет вытолкнута в желудочки — цикл повторится. Сердечный цикл имеет определённую продолжительность: 0,1 с сокращаются предсердия; 0,3 с сокращаются желудочки и 0,4 с длится пауза. Когда сердце учащает свою работу, пауза становится короче.

Регуляция сердечных сокращений. Мы уже говорили, что сердце обладает автоматией — сокращается под влиянием раздражений, возникающих в нём самом. Однако под влиянием внешних и внутренних причин интенсивность работы сердца может существенно изменяться. Частота и сила сердечных сокращений регулируются как центральной нервной системой, так и поступающими с кровью биологически активными веществами. Следовательно, работа сердца, как и всех других органов человеческого тела, регулируется нейрогуморальным способом.

Нервная регуляция осуществляется вегетативной нервной системой по рефлекторному принципу, то есть в ответ на разнообразные внутренние и внешние раздражители. Парасимпатические блуждающие нервы (X пара черепно-мозговых нервов) снижают частоту и силу сердечных сокращений. Сильное раздражение блуждающего нерва может даже привести к остановке сердца. По симпатическим волокнам спинномозговых нервов передаются импульсы, которые вызывают увеличение частоты и силы сердечных сокращений.

Гуморальная регуляция осуществляется биологически активными веществами, которые переносятся кровью. Гормон надпочечников адреналин, который выбрасывается в кровь в состоянии эмоционального напряжения и при высоких физических нагрузках, стимулирует работу сердца. Аналогичный эффект вызывают гормон щитовидной железы тироксин и ионы Ca^{2+}. Ионы K^+ приводят к противоположным эффектам, они замедляют и ослабляют сердечную деятельность.

Работа сердца всегда находится под регулирующим влиянием центральной нервной системы и гуморальных факторов. Физическая работа, эмоциональное состояние, умственное напряжение сказываются на работе сердца.

ОКОЛОСЕРДЕЧНАЯ СУМКА, СТВОРЧАТЫЕ КЛАПАНЫ, ПОЛУЛУННЫЕ КЛАПАНЫ, АВТОМАТИЯ, СЕРДЕЧНЫЙ ЦИКЛ: СОКРАЩЕНИЕ ПРЕДСЕРДИЙ, СОКРАЩЕНИЕ ЖЕЛУДОЧКОВ, ПАУЗА; НЕРВНАЯ И ГУМОРАЛЬНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ.

Вопросы

1. Где находится сердце? Каковы его размеры?
2. Из каких слоёв состоит стенка сердца?
3. Почему стенка левого желудочка более мощная, чем правого желудочка? Почему стенки предсердий тоньше стенок желудочков?
4. Что такое автоматия сердца и как она сочетается с нервной и гуморальной регуляцией?
5. Как должна измениться концентрация CO_2 в крови, чтобы сердце забилось чаще? Объясните биологический смысл этой реакции.

Задания

1. Систематизируйте и обобщите сведения об особенностях трёх фаз сердечного цикла и представьте их в виде таблицы.
2. Дайте определение понятия «сердечный цикл».
3. Из материалов предыдущих курсов биологии вспомните особенности строения сердца представителей разных классов позвоночных животных. У каких ещё животных сердце четырёхкамерное? Какие преимущества даёт такое строение?
4. Прокомментируйте следующие факты, ответьте на вопросы.

А. В 1902 г. русский учёный Алексей Александрович Кулябко (1866—1930) впервые запустил сокращения сердца чело-

века спустя 20 ч после смерти пациента. Учёный направил питательный раствор, обогащённый кислородом и содержащий адреналин, в сердце через аорту.

1) Мог ли раствор попасть в левый желудочек?

2) Куда он мог проникнуть, если известно, что вход в венечную артерию находится в стенке аорты и во время выброса крови прикрывается полулунными клапанами?

3) Почему помимо питательных веществ и кислорода в раствор был включён адреналин?

4) Какая особенность сердечной мышцы позволила оживить сердце вне организма?

Б. Впервые вывел пациента из состояния клинической смерти советский военный врач Владимир Александрович Неговский, который применил переливание крови пациенту в аорту против естественного тока крови. На чём был основан этот приём?

§ 23. Движение крови по сосудам. Регуляция кровоснабжения

1. По каким законам движется кровь в организме?

2. Как изменяется артериальное давление крови и как его измерить?

3. Как изменяется скорость кровотока в артериях, капиллярах и венах?

4. В чём причина пульса?

5. Как распределяется кровь в организме?

6. Отчего нарушается артериальное давление?

7. Чем опасна гипертония?

Причина движения крови — *работа сердца*, которая создаёт разность давления между началом и концом сосудистого русла. Кровь, как и всякая жидкость, движется из области высокого давления в область, где оно ниже. Самое высокое давление в аорте и лёгочных артериях, самое низкое — в нижней и верхней полых венах и в лёгочных венах. Поэтому кровь движется в направлении от артериальной системы сосудов к венозной.

Давление крови *снижается постепенно*, но не равномерно. В артериях оно самое высокое, в капиллярах —

ниже, в венах оно падает ещё больше, поскольку много энергии затрачивается на проталкивание крови через систему капилляров: при движении кровоток испытывает сопротивление, которое зависит от диаметра сосуда и вязкости крови.

Артериальное давление крови. Первая особенность артериального давления в том, что оно неодинаково: чем дальше от сердца находится артериальный сосуд, тем давление в нём меньше. Между тем знать артериальное давление необходимо, так как оно является важным показателем здоровья. Чтобы получать сравнимые результаты, было решено измерять артериальное давление у человека в плечевой артерии и выражать его в миллиметрах ртутного столба.

Второй особенностью артериального давления является то, что оно зависит от фазы сердечных сокращений. Давление в артериях *максимально*, когда кровь выталкивается из желудочков, и *минимально* перед открытием полулунных клапанов. Максимальное давление называют *верхним*, минимальное — *нижним*. Записывают артериальное давление (АД) в виде дроби: в числителе ставят верхнее давление, в знаменателе — нижнее. АД = $^{140}/_{70}$ означает, что у человека верхнее давление 140 мм рт. ст., а нижнее — 70 мм рт. ст. Для измерения артериального давления применяется *тонометр* (рис. 67).

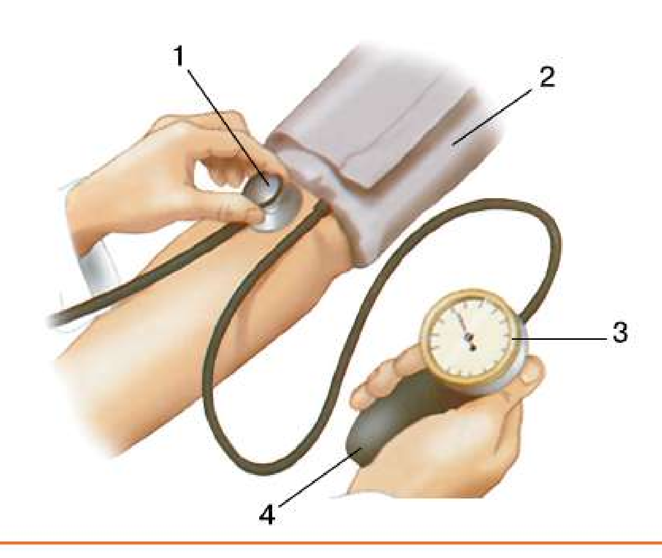


Рис. 67. Измерение артериального давления тонометром:
1 — фонендоскоп;
2 — манжета; 3 — манометр;
4 — груша для накачивания воздуха в манжету с клапаном для сбрасывания давления

Манжету тонометра надевают на левое плечо и с помощью резиновой груши накачивают в неё воздух. Фонендоскоп прикладывают к месту локтевого сгиба там, где проходит плечевая артерия. В начале измерения в манжете создают давление, превышающее верхнее давление крови в плечевой артерии. Звуков в это время в фонендоскопе не слышно. После этого открывают винтовой клапан и постепенно выпускают воздух. Момент *появления* в фонендоскопе пульсирующих звуков соответствует *верхнему давлению*, а их *исчезновение — нижнему*.

Скорость кровотока. Скорость движения крови зависит от площади поперечного сечения сосудов, через которые она проходит. Зависимость обратно пропорциональная. Аорта имеет поперечное сечение около 4 см^2, сечение нижней и верхней полых вен, собирающих кровь, вытолкнутую сердцем через аорту, в сумме составляют около 8 см^2. Зная эту закономерность, легко вычислить, что скорость тока в нижней и верхней полых венах будет в два раза меньше, чем в аорте. И действительно, примерная скорость крови в аорте 50 см/с, а в полых венах лишь 25 см/с. В капиллярах, общая площадь сечения которых почти в 1000 раз превышает площадь сечения аорты, кровь будет двигаться в 1000 раз медленнее.

Чтобы убедиться в этом, измерим скорость кровотока в сосудах ногтевого ложа и подсчитаем, во сколько раз она меньше скорости в аорте и в полых венах.

 ***Лабораторная работа***

Измерение скорости кровотока в сосудах ногтевого ложа

Оборудование: секундомер или часы с секундной стрелкой.

Предварительные пояснения. Сосуды ногтевого ложа включают не только капилляры, но и мельчайшие артерии, называемые артериолами. Для определения скорости кровотока в этих сосудах надо узнать длину пути S, которую пройдёт кровь от корня ногтя до его вершины, и время t, которое ей для этого потребуется.

Тогда по формуле $V = \frac{S}{t}$ мы сможем узнать среднюю скорость кровотока в сосудах ногтевого ложа.

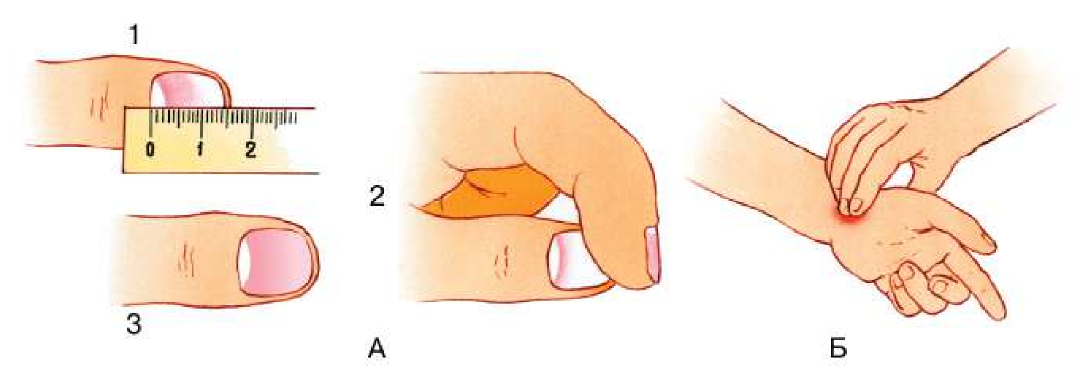


Рис. 68. А — измерение скорости наполнения сосудов ногтевого ложа: 1 — измерение длины ногтевой пластинки; 2 и 3 — определение времени, за которое происходит наполнение сосудов ногтевого ложа; Б — приём измерения пульса лучевой артерии

Ход опыта

1. Измерим длину ногтя от основания до верхушки, исключив прозрачную часть ногтя, которую обычно срезают: под ней нет сосудов (рис. 68, А, 1).
2. Определим время, которое необходимо крови для преодоления этого расстояния. Для этого указательным пальцем нажмём на пластинку ногтя большого пальца так, чтобы он побелел (рис. 68, А, 2). При этом кровь будет вытеснена из сосудов ногтевого ложа. Теперь освободим сжатый ноготь и измерим время, за которое он покраснеет. Этот момент и укажет нам время, за которое кровь проделала свой путь.
3. После этого по формуле рассчитаем скорость кровотока. Полученные данные сравним со скоростью кровотока в аорте. Объясните разницу.

Оценка результатов

У большинства людей получается около 1—0,5 см/с. Это в 50—100 раз меньше, чем в аорте, и в 25—50 раз меньше, чем в полых венах. Медленное течение крови в капиллярах даёт возможность тканям получить из крови питательные вещества и кислород и отдать ей углекислый газ и продукты распада.

Пульс. При каждом сокращении сердца стенки артерий приходят в *колебание*. Толчкообразные колебания стенок артериальных сосудов, вызванные растяжением стенок аорты при поступлении в неё крови из желудочка, называют *пульсом*. Пульсовые колебания проходят по крупным и средним артериям и гасятся в мелких. Число и сила *сердечных толчков* отражаются на пульсовой волне. Поэтому по



пульсу можно судить не только о числе сердечных толчков, но и о их силе, частоте, кровенаполнении сосудов и других показателях, важных для здоровья (рис. 68, Б).



Лабораторная работа

Опыт, доказывающий, что пульс связан с колебаниями стенок артерий, а не с толчками, возникающими при движении крови

Предварительные пояснения. Чтобы решить эту задачу, надо на каком-то участке артерии остановить движение крови, но так, чтобы стенки артерий могли продолжать колебаться. Для этого найдите пульс на лучевой артерии (см. рис. 68, Б). Прощупайте пульс четырьмя пальцами. Наметьте точку *a*, ближайшую к большому пальцу исследуемой руки, и точку *b*, наиболее удалённую от большого пальца. Кровь течёт от точки *b* к точке *a*.

Ход опыта

Если зажать артерию в точке *a*, движение крови на участке *ba* будет остановлено. Однако стенка артерии в точке *b* будет продолжать колебаться, и пульс в этой точке будет прощупываться.

Теперь зажмите артерию в точке *b*. В результате вы не только остановите кровь, но и прекратите распространение пульсовой волны, которая не сможет пройти через участок *b*. В этом случае в точке *a* пульс ощущаться не будет.

Оценка результатов

Пульсовая волна передаётся по стенке артерий и не зависит от наличия или отсутствия кровотока. Пульс прощупывается выше места, где артерия перетянута, а ниже этого места отсутствует и кровоток, и пульс, потому что, прижимая стенки артерий друг к другу, мы не только останавливаем кровь, но и останавливаем колебание стенок артерий.

Распределение крови в организме. Лучше всего снабжаются кровью активно работающие органы. Дозировка поступающих питательных веществ и кислорода достигается путём уменьшения или расширения диаметра капилляров. Благодаря тому что в них создаётся большое давление, через них проходит много крови. Если же давление крови падает, часть капилляров сужается и через них кровь не проходит.

Поддержание постоянства артериального давления. Если человек здоров, то при нагрузках повышается лишь верхнее артериальное давление, а нижнее меняется незначительно.

Относительное постоянство артериального давления поддерживают рецепторы (барорецепторы), расположенные в стенках крупных кровеносных сосудов. Особенно их много в *сонных артериях*, несущих кровь к головному мозгу. Когда артериальное давление опускается до нижней допустимой границы, возникают рефлексы, увеличивающие силу сердечных сокращений и сужающие кровеносные сосуды. Это приводит к повышению давления. Если же артериальное давление излишне поднимается, сила и частота сердечных сокращений снижаются, сосуды расширяются и давление падает. Регуляция кровяного давления происходит непрерывно, и оно постоянно колеблется, обеспечивая необходимое кровоснабжение органов. Нервная регуляция давления поддерживается гуморальной регуляцией.

Нарушения артериального давления. Стойкое повышение артериального давления называют *гипертонией*. Оно происходит за счёт сужения (спазма) *артериол* — мелких артериальных сосудов. При этом нарушается кровоснабжение тканей и возникает угроза разрыва стенки ка-

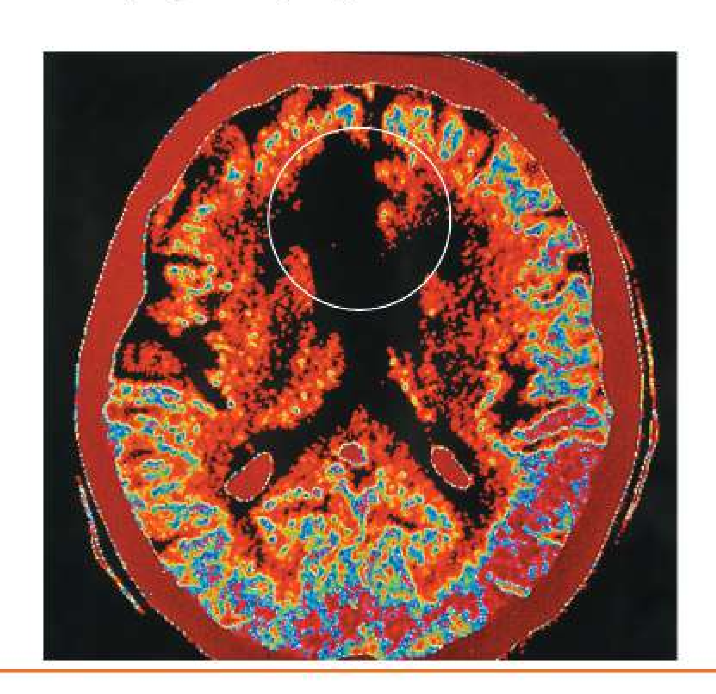


Рис. 69. Компьютерная томограмма пациента с инсультом головного мозга. Обширное повреждение выделено кругом

кого-либо сосуда. Питание соответствующего участка ткани нарушается, и может развиться омертвление — *некроз*. Если кровоизлияние произошло, например, в головном мозге или в сердце, может наступить быстрая смерть. Кровоизлияние в мозг нарушает мозговое кровообращение, ткани мозга повреждаются, развивается *инсульт* (рис. 69). Тромб, прекративший кровоток в сосуде, кровоснабжающем сердце, приводит к омертвлению участка мышечной ткани. Это называют *инфарктом миокарда*.

Низкое давление — *гипотония* также нарушает кровоснабжение органов и ведёт к ухудшению самочувствия.

АРТЕРИАЛЬНОЕ ДАВЛЕНИЕ КРОВИ, СКОРОСТЬ КРОВОТОКА, ПУЛЬС, ГИПЕРТОНИЯ И ГИПОТОНИЯ, ИНСУЛЬТ, ИНФАРКТ. ПРИБОРЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ КРОВИ: ТОНОМЕТР, ФОНЕНДОСКОП.

Вопросы

1. Что является причиной движения крови по сосудам?
2. Как изменяется давление крови в артериях, венах и капиллярах?
3. Какое артериальное давление считают верхним, а какое — нижним?
4. Как измеряют давление с помощью тонометра и фонендоскопа?
5. Почему при переходе от одной деятельности к другой кровоснабжение органов изменяется?
6. Чем опасно повышение артериального давления?
7. Что такое инсульт и что такое инфаркт миокарда?

Задания

1. Под руководством учителя потренируйтесь в измерении кровяного давления с помощью тонометра или автоматического прибора.
2. Узнайте у своих родителей, бабушек и дедушек величины их кровяного давления и сравните с нормой.
3. Итальянский учёный Анджело Моссо положил человека поверх больших, но очень чувствительных весов и уравновесил их (рис. 70).

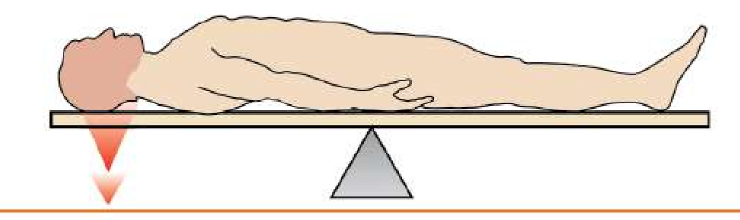


Рис. 70. Опыт Моссо

Когда он предложил испытуемому решить арифметическую задачу, его голова стала опускаться вниз. Объясните этот опыт.

4. Закономерности движения крови по сосудам впервые в 1628 г. описал английский врач и анатом Уильям Гарвей. Используя дополнительную литературу и ресурсы Интернета, подготовьте сообщение или презентацию о его работе.

§ 24. Гигиена сердечно-сосудистой системы. Первая помощь при заболевании сердца и сосудов

1. Как под действием постоянных нагрузок и правильной тренировки изменяется работа сердца?

2. Всегда ли большая масса сердца — признак здоровья?

3. Каковы последствия гиподинамии и вредных привычек — курения, потребления алкоголя?

4. Как оказать первую помощь человеку при стенокардии, гипертоническом кризе?

Сердце тренированного и нетренированного человека. При физической нагрузке обмен веществ в организме возрастает, усиливается потребление кислорода и питательных веществ, больше выделяется продуктов распада. Поэтому работа сердца усиливается. Усиление сердечной деятельности может произойти как за счёт увеличения частоты сердечных сокращений, так и за счёт выброса большего количества крови при каждом сокращении. Количество крови, выбрасываемое сердцем за один сердечный цикл, называется *ударным объёмом сердца*.



Ударный объём сердца нетренированного человека небольшой, так как сердечная мышца слаба и не может вытолкнуть большое количество крови. Поэтому усиление кровообращения происходит преимущественно за счёт возрастания частоты сердечных сокращений. Но при этом сокращается время, приходящееся на паузу сердца, и сердце мало отдыхает и быстро устаёт.

У тренированных людей усиление работы сердца происходит в основном за счёт увеличения ударного объёма, то есть количества крови, выбрасываемого в аорту при каждом сокращении. Потому период отдыха сердца уменьшается мало и сердце успевает отдыхать. В этом случае говорят: сердце работает экономно. При очень высоких нагрузках сердце тренированного человека может увеличить свою работоспособность не менее чем в два раза за счёт ударного объёма и в три раза за счёт частоты сердечных сокращений. Итого в шесть раз. Сердце нетренированного человека может усилить работоспособность примерно в три раза только за счёт частоты сердечных сокращений.

Правила тренировки сердечно-сосудистой системы. Сердце — мышечный орган и, как всякая мышца, нуждается в кислороде и питательных веществах. Попытка нетренированного человека сразу приступить к большим нагрузкам обычно приводит не только к утомлению мышц, но и к кислородному голоданию, а сердце очень чувствительно к недостатку кислорода.

С другой стороны, известно, что слабые нагрузки тренировочного эффекта не дают. Поэтому нагрузка должна не только постепенно наращиваться, но и правильно дозироваться.

Большое значение приобретает правильное соотношение работы и отдыха: чем сильнее и интенсивнее работало сердце во время тренировок, тем реже оно будет сокращаться во время отдыха. Такой режим наиболее благоприятен для восстановления сердечной деятельности.

Размеры сердца и здоровье. Можно предположить, что в результате тренировки сердце крепнет, становится больше и сильнее. Это действительно так, но далеко не всегда

увеличение массы сердца говорит о его выносливости и высокой работоспособности.

Большая масса сердца может развиваться у любителей алкогольных напитков. При недостатке активности и злоупотреблении спиртными напитками, особенно пивом, волокна сердечной мышцы частично разрушаются и замещаются соединительной тканью, клетки которой накапливают жир. В результате масса сердца увеличивается за счёт ткани, которая сокращаться не может. Несмотря на свою подчас значительную величину, такое сердце обладает малой мощностью и подвержено различным заболеваниям.

Последствия гиподинамии. *Гиподинамия* — это недостаток двигательной активности. Вследствие этого не только слабеют мышцы сердца и тела, но и происходят другие нарушения (см. § 14). Например, при недостаточной двигательной нагрузке истончаются кости, а содержащийся в них кальций поступает в кровь. Он оседает на стенках сосудов, из-за чего сосуды становятся ломкими, теряют эластичность и легко повреждаются. Потерявшая эластичность стенка не может при необходимости расширяться, и поддержание нормального артериального давления крови в сосудах затрудняется.

Влияние курения. Под действием веществ, содержащихся в табачном дыме, сердце начинает работать сильнее и чаще, а сосуды суживаются. Это приводит к стойкому повышению артериального давления.



Особенно часто у курящих людей страдают артерии ног. Из-за нарушения регуляции происходит устойчивый спазм сосудов. Их стенки смыкаются, и кровообращение мышц затрудняется. Развивается болезнь, которую называют *перемежающейся хромотой*. Она проявляется в том, что во время ходьбы внезапно начинается резкая боль в мышцах ног, и человек вынужден останавливаться. После 1—2 мин отдыха он вновь способен идти, но вскоре боль возобновляется. Из-за недостатка кислорода постепенно может развиться омертвление тканей (гангрена). Нередко дело кончается ампутацией стопы, а иногда даже всей ноги.

Первая помощь при стенокардии. Стенокардию в народе называют «грудной жабой» из-за болевых приступов (сжимающих и давящих) в центральной или левой части грудной клетки. Нередко боль распространяется на шею, нижнюю челюсть, левую руку. Приступы возникают внезапно, обычно длятся несколько минут (не более 10—15) и сопровождаются слабостью, чувством страха. Причина стенокардии — сужение коронарных артерий и ослабление кровоснабжения некоторых участков сердца (рис. 71). Если кровь не поступает долго, может произойти омертвление тканей этого участка (инфаркт).

Как правило, сосуды сужаются из-за отложения на их внутренних стенках жироподобных веществ — холестерина и некоторых других соединений (рис. 72). Эти отложения называют атеросклеротическими бляшками. Они могут не только сузить просвет сосуда, но даже полностью перекрыть ток крови.

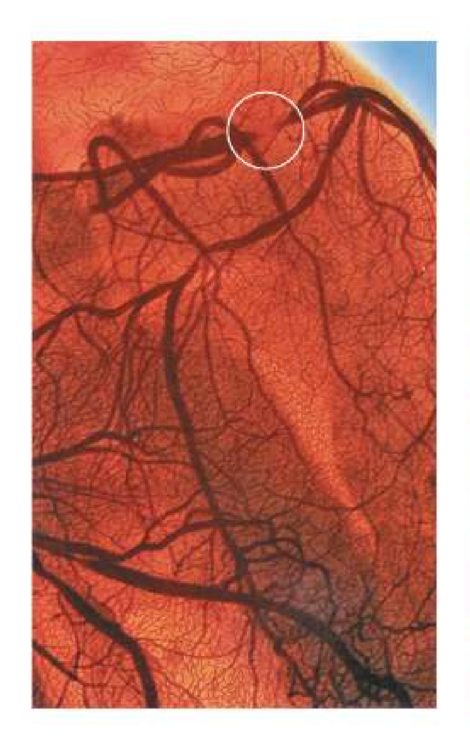
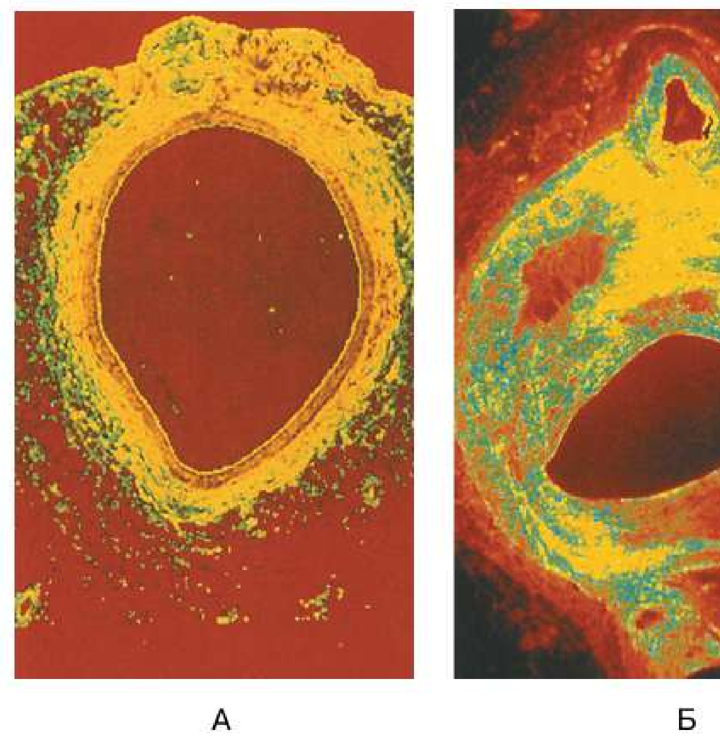


Рис. 71. Нарушение кровотока в коронарной артерии. Это может стать причиной стенокардии



А Б

Рис. 72. Поперечный разрез артерий: А — нормальный сосуд; Б — просвет сосуда сужен из-за отложений на внутренней стенке артерии

Во время приступа стенокардии желателен полный покой, удобное неподвижное положение тела, так как дополнительная физическая нагрузка может резко ухудшить состояние больного. Если он упал, ни в коем случае до вызова скорой медицинской помощи не следует перекладывать или переносить его. Необходимо лишь дать ему таблетку какого-нибудь препарата, расширяющего сосуды сердца (нитроглицерин).

Выявление нарушений деятельности сердца при помощи кардиограммы. Выявить нарушения деятельности сердца можно с помощью *электрокардиографа*.

При возбуждении миокарда вокруг сердца создаётся электрическое поле, силовые линии которого распределяются по всему телу. При возбуждении и сокращении предсердий и желудочков величина и направление электрического поля изменяются. Это можно зарегистрировать, наложив электроды прибора на определённые точки тела. Кривую, отражающую колебания электриче-ского поля сердца, называют *электрокардиограммой* (ЭКГ).

По виду ЭКГ можно определить ритм сокращений и особенности работы сердца. При заболеваниях сердца или нарушениях его регуляции форма зубцов и интервалов ЭКГ меняется, поэтому электрокардиография является важнейшим методом диагностики сердечно-сосудистых заболеваний. Сравнивая нынешнюю кардиограмму со сделанными ранее, можно узнать, как изменилась работа сердца или как проходит процесс лечения. Поэтому ранее сделанные электрокардиограммы надо обязательно сохранять.

Первая помощь при гипертоническом кризе. При резком повышении артериального давления человек испытывает ощущение жара. Кожа лица краснеет, учащается сердцебиение, в области сердца появляются колющие боли. Могут быть тяжесть и боли в области затылка. Иногда это сопровождается тошнотой и рвотой.

Оказывающий первую помощь должен посадить больного в кресло или положить в постель и дать ему препараты, снижающие давление, которые были рекомендованы ему раньше врачом. Для того чтобы обеспечить отток

крови от головы, на стопы или икроножные мышцы можно наложить горчичники.

Страдающие гипертонической болезнью не должны потреблять много жидкости, злоупотреблять животными жирами и пряностями, так как это содействует накоплению жидкости в организме, а следовательно, и повышению артериального давления. Необходимо избегать стрессовых и конфликтных ситуаций. Категорически запрещается курить и употреблять спиртные напитки.



Лабораторная работа

Функциональная проба. Реакция сердечно-сосудистой системы на дозированную нагрузку

Оборудование: секундомер или часы с секундной стрелкой.

Предварительные пояснения. Цель этой работы — познакомиться с функциональными пробами, позволяющими выяснить степень тренированности своего сердца. Для этого измеряют частоту сердечных сокращений (ЧСС) в состоянии покоя и после дозированной нагрузки. На большом статистическом материале выяснено, что у здоровых подростков после 20 приседаний ЧСС возрастает на $^1/_3$ по сравнению с состоянием покоя и нормализуется спустя 2—3 мин после окончания работы. Зная эти данные, можно проверить состояние своей сердечно-сосудистой системы.

Ход опыта

1. Измерьте пульс в состоянии покоя. Для этого сделайте 3—4 измерения за 10 с и среднее значение умножьте на 6.
2. Сделайте 20 приседаний в быстром темпе, сядьте и тут же измерьте ЧСС за 10 с.
3. Повторите замеры через каждые 20 с. Определите ЧСС за 10 с. (При замерах 20 с пульс отсчитывается от конца предшествующего измерения.)
4. Свои результаты оформите в виде таблицы.

Оценка результатов

Результаты хорошие, если ЧСС после приседаний повысилась на $^1/_3$ или меньше от результатов покоя; если наполовину — результаты средние, а если больше чем наполовину — результаты неудовлетворительные.

УДАРНЫЙ ОБЪЁМ СЕРДЦА, ГИПОДИНАМИЯ, ПЕРЕМЕЖАЮЩАЯСЯ ХРОМОТА, ГАНГРЕНА, СПАЗМ СОСУДОВ, СТЕНОКАРДИЯ, ИНФАРКТ, ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММА, ГИПЕРТОНИЧЕСКИЙ КРИЗ, ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ПРОБА.

Вопросы

1. Почему во время физической нагрузки работа сердца усиливается? Приведите примеры своих наблюдений.
2. Чем сердце тренированного человека отличается от сердца нетренированного человека?
3. Каковы правила тренировки сердечной мышцы?
4. Как влияет алкоголь на работу сердца?
5. Что такое гиподинамия и каковы её последствия?
6. В чём проявляются нарушения регуляции сердечно-сосудистой системы под влиянием табачного дыма?

Задания

1. Объясните, почему увеличение скорости кровотока за счёт увеличения ударного объёма сердца для организма более выгодно, чем увеличение скорости движения крови на ту же величину за счёт более частых сокращений сердца.
2. Перечислите приёмы первой помощи при стенокардии, при гипертоническом кризе.
3. Используя дополнительную литературу и ресурсы Интернета, объясните, что такое атеросклероз и каковы его причины.
4. Как вы считаете, у каких животных выше риск развития атеросклероза — живущих в естественных условиях или содержащихся в клетках? Объясните свою точку зрения.
5. Составьте памятку «Профилактика заболеваний сердечно-сосудистой системы».
6. Известно, что один из самых сложных видов перевода — синхронный. В отличие от последовательного перевода, звучащего в паузах речи выступающего, синхронист создаёт перевод непосредственно во время выступления оратора, с отставанием не более трёх секунд. Это очень напряжённая работа, во время которой частота пульса переводчика-синхрониста повышается до 180 ударов в минуту. Какие ещё вам известны профессии, которые не связаны с большой физической работой, но при этом накладывают большую нагрузку на сердце?

§ 25. Первая помощь при кровотечениях

1. **Что такое внутреннее кровотечение?**
2. **Как установить тип открытого кровотечения?**
3. **Какими приёмами можно остановить кровь?**
4. **Как ухаживать за раной?**
5. **Что делать при носовом кровотечении?**

Кровотечения могут быть *внешними*, когда кровь изливается наружу, и *внутренними*, когда целостность кожных покровов не нарушена и кровь изливается в органы или в межтканевые промежутки.

Внутренние кровотечения. О внутренних кровотечениях мы говорили, когда рассматривали меры первой помощи при ушибах, растяжениях связок, вывихах суставов и закрытых переломах. При небольших поверхностных поражениях сосудов кровь обычно вытекает в рыхлую клетчатку, возникает гематома (синяк). Со временем кровь начинает свёртываться, а гемоглобин — разрушаться. В зависимости от степени его разрушения гематома выглядит вначале красной, затем фиолетовой, синей, зелёной и, наконец, жёлтой. После этого она рассасывается и исчезает. По цвету синяка можно узнать о времени ушиба.

При ушибе головы излившаяся из сосудов кровь скапливается под надкостницей, образуя шишку. Она станет меньше, если прижать к ушибленному месту холодный металлический предмет, например монету. Этим способом удаётся механически сжать капилляры и уменьшить кровотечение. Холод способствует уменьшению боли и сужению сосудов.

Внешние (открытые) кровотечения. В случае внешнего кровотечения надо попытаться остановить кровь, предохранить рану от возможной инфекции, уменьшить боль.



Если рана небольшая и кровь как бы сочится, можно предположить повреждение капиллярной сети. Для остановки *капиллярного кровотечения* полезно промыть рану пероксидом водорода, смазать поражённое место йодом или спиртовым раствором бриллиантового зе-

лёного, после чего зажать рану ватным тампоном. Если этим приёмом удалось остановить кровь, повязку можно не накладывать. Если кровь продолжает сочиться, следует наложить чистую марлевую повязку.

При *венозном кровотечении* кровь вытекает довольно сильной струёй. Она вишнёвого цвета, идёт ровно, без толчков. Края раны часто расходятся, и она становится зияющей. Обрабатывать всю рану йодом нельзя: надо смазать лишь её края, затем приготовить стерильную салфетку (можно из бинта), наложить на неё антисептическую мазь (то есть угнетающую жизнедеятельность микробов) и приложить к ране. Затем наложить слой ваты и туго забинтовать. Стенки вен мягкие, и тугая повязка может их сдавить так, что кровь через повреждённое место пройти не сможет.

Наиболее опасны *артериальные кровотечения*. Узнать их нетрудно: ярко-алая кровь вытекает пульсирующей струёй, а при повреждении крупного сосуда даже бьёт фонтаном. Артериальное кровотечение опасно тем, что пострадавший может быстро потерять много крови.

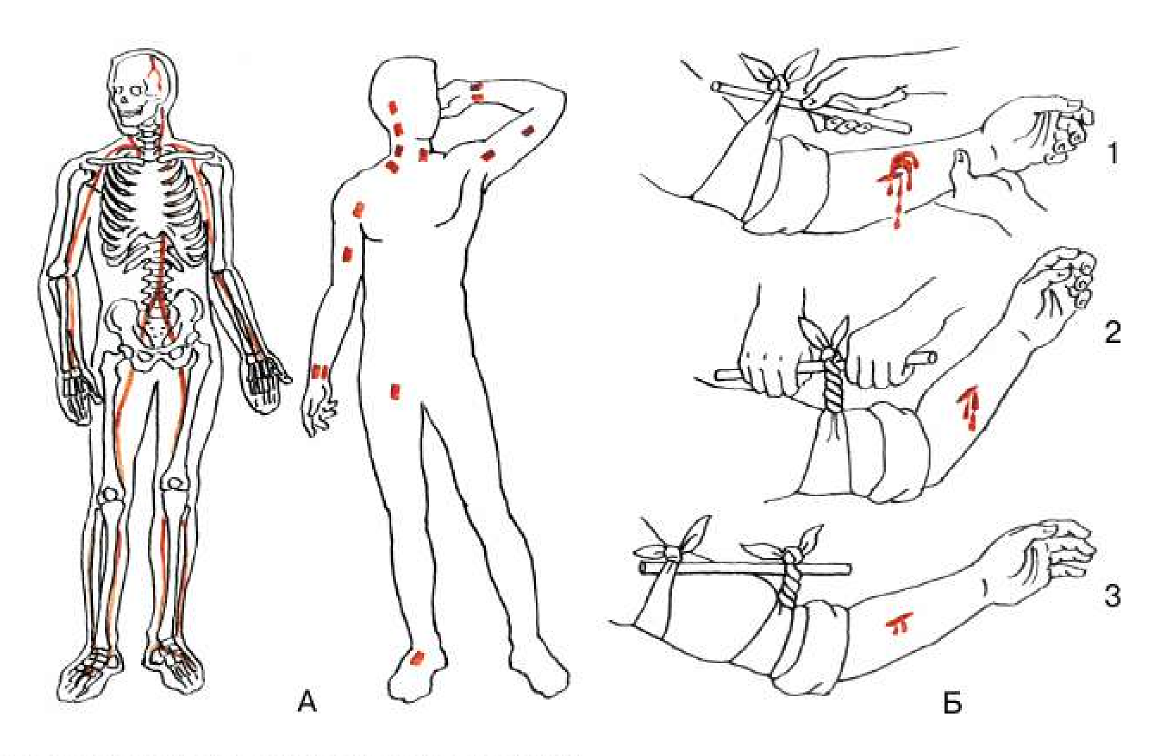


Рис. 73. Точки пальцевого прижатия артерий (А).
Наложение закрутки (Б): 1 — начальная стадия наложения закрутки;
2 — завёртывание закрутки; 3 — закрепление закрутки

Поэтому прежде всего надо остановить кровотечение. Для этого сначала надо зажать артерию в том месте, где прощупывается пульс. Затем, если повреждена конечность, необходимо наложить жгут или закрутку выше раненого участка (рис. 73). Потом следует приступить к обработке раны антисептическими препаратами и к наложению повязки. Если помощь оказывают несколько человек, это можно делать одновременно.

Остановку кровотечения на повреждённой конечности с помощью закрутки осуществляют следующим способом. Конечность приподнимают вверх и на месте наложения закрутки подкладывают мягкую ткань: одежду, полотенце. Накладывать закрутку или жгут на голое тело нельзя, так как можно повредить кожу. Затем конечность обвязывают верёвкой (или чем-то, её заменяющим) и свободно завязывают узлом. В образовавшееся кольцо просовывают палку или какой-либо другой прочный предмет и вращают его до тех пор, пока круговое сдавливание не остановит кровотечение. После этого закрепляют палку.

При правильно наложенном жгуте конечность бледнеет. Затягивать закрутку слишком сильно тоже нельзя, так как можно повредить ткани и даже нервы. Под жгут надо положить записку с указанием времени наложения, поскольку держать жгут летом можно не больше двух часов, а зимой — не более часа: в обескровленной конечности могут произойти необратимые изменения. Если в течение этого времени доставить пострадавшего в клинику не удалось, жгут надо ослабить или снять на 10—15 мин, а потом наложить его снова выше или ниже прежнего места.

Жгут может потребоваться и при сильном венозном кровотечении. Однако в этом случае жгут накладывают ниже места повреждения, как можно ближе к ране.

Лечение раны. После свёртывания крови образуется *струп*, коричневая корочка, которая защищает раневую поверхность. Под струпом постепенно образуется зернистая соединительная ткань. Она вся *пронизана кровеносными сосудами и очень ранима.* При перевязках надо стараться не повредить струп, так как в противном случае возобновится кровотечение. Остановить его можно перокси-

дом водорода. Прилипший бинт следует по возможности размочить пероксидом водорода или слабым раствором перманганата калия и снимать послойно.

Для того чтобы не началось воспаление, при повторной перевязке к ране надо приложить мазь, содержащую антибиотики. Её наносят на марлевую салфетку и прикладывают к ране. Сверху кладут слой ваты и забинтовывают.

Держать долго рану под повязкой не рекомендуется, так как она начнёт мокнуть. Если образовалась сухая корочка, повязку лучше не накладывать. Важно, чтобы к заживающей ране был доступ воздуха.

Носовые кровотечения. Причинами носовых кровотечений могут быть травмы головы, гипертония, перегрев тела. При носовых кровотечениях кровь может попасть и в ротовую полость. Это вызывает кашель, иногда рвоту.



Прежде всего надо учесть, что резкие движения (кашель, чихание, попытки высморкаться и т. п.) усиливают кровотечение. Чтобы его уменьшить, можно положить на область переносицы полиэтиленовый мешочек со льдом, холодной водой. Можно вложить в носовые ходы вату, пропитанную пероксидом водорода. Голова должна быть направлена вперёд. Запрокидывать её назад не рекомендуется, так как кровь будет стекать по стенке глотки и может вызвать рвоту.

При продолжительных кровотечениях остановить кровь можно, прижав обе ноздри к носовой перегородке. Голову пострадавшего наклоняют вперёд и как можно выше сжимают нос. Удерживать его в этом состоянии приходится 3—5 мин, иногда дольше. В это время пострадавший дышит ртом. Если кровотечение не прекратилось, надо вызвать врача.

ВНУТРЕННЕЕ И ВНЕШНЕЕ КРОВОТЕЧЕНИЯ, ГЕМАТОМА (СИНЯК), КАПИЛЛЯРНОЕ, ВЕНОЗНОЕ, АРТЕРИАЛЬНОЕ, НОСОВОЕ КРОВОТЕЧЕНИЯ, АНТИСЕПТИК, ЖГУТ, ЗАКРУТКА, СТРУП.

Вопросы

1. Какие кровотечения относят к внутренним, а какие — к внешним?
2. Что такое гематома?

3. Как различить артериальное, венозное и капиллярное кровотечения?
4. Что следует делать при капиллярном кровотечении?
5. Как и в каких случаях можно применять жгут или закрутку при артериальном кровотечении?
6. В каком порядке надо оказывать первую помощь при открытом переломе с артериальным кровотечением в области предплечья?
7. Какими приёмами можно уменьшить и остановить носовое кровотечение?
8. Объясните, почему при обработке ран используют мазь, содержащую антибиотики.

Задания

1. Рассмотрите рисунок 73 и назовите приёмы остановки кровотечения.
2. Используя инструкцию, данную в § 25, наложите на плечо вашего соседа по парте закрутку.

Основные положения главы 6

Транспортную функцию в организме выполняют кровеносная и лимфатическая системы. Они доставляют клеткам питательные вещества, кислород и уносят от клеток и тканей продукты их жизнедеятельности. Эти системы обеспечивают также транспорт биологически активных веществ, то есть гуморальную связь между органами и иммунную защиту организма от чужеродных объектов — антигенов.

Постоянное движение крови и лимфы обеспечивает баланс веществ, приносимых и используемых, выделяемых тканями и уносимых кровью и лимфой. Благодаря этому обеспечивается постоянство внутренней среды организма. Контролируется этот процесс рецепторами, определяющими верхнюю и нижнюю границы нормы содержания в крови различных веществ.

Кровь движется благодаря сокращениям четырёхкамерного сердца. Сердце последовательно перекачивает

кровь по большому и малому кругу кровообращения. Большой круг начинается в левом желудочке, заканчивается в правом предсердии. Малый (лёгочный) круг начинается в правом желудочке и заканчивается в левом предсердии. В артериях малого круга течёт венозная кровь, в венах — артериальная.

Мышцы сердца обладают автоматией. Благодаря этому сохраняется последовательность сердечного цикла: сокращение предсердий, сокращение желудочков, общее расслабление (пауза).

Тренированное сердце, в отличие от нетренированного, способно усиливать кровоток за счёт увеличения ударного объёма крови. Нервная и гуморальная регуляция сердца приспосабливает его работу к нуждам организма. Работающие в данный момент органы получают лучшее кровоснабжение, чем неработающие.

Сердечно-сосудистая система укрепляется и развивается при тренировках. При гиподинамии состояние её ухудшается, работоспособность и устойчивость к неблагоприятным факторам снижаются. Табак, алкоголь и другие вредные вещества отрицательно влияют на сердце и сосуды, способствуют развитию различных заболеваний: стенокардии, гипертонической болезни.

При травмах может произойти нарушение целостности сосудов. Наиболее опасны артериальные кровотечения. В случае если поражены конечности, кровотечения останавливают наложением жгута или закрутки.



Глава 7

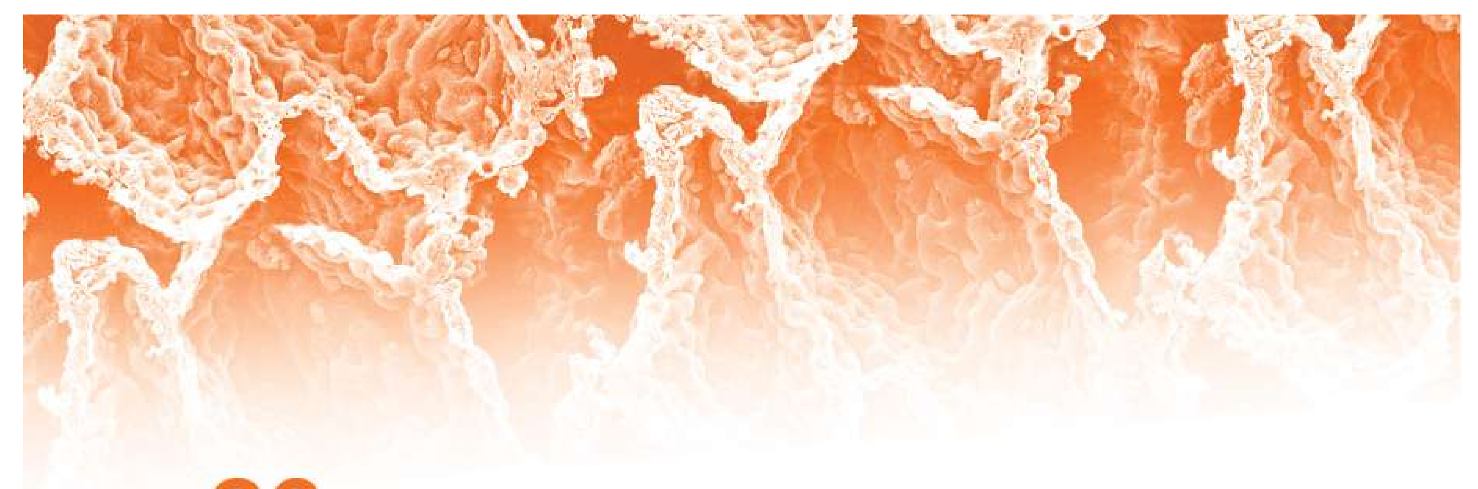
Дыхание

Из этой главы вы узнаете

- о строении и функциях органов дыхания;
- о голосообразовании;
- о способах укрепления дыхательных мышц и повышении жизненной ёмкости лёгких;
- о предупреждении заболеваний органов дыхательной системы;
- о мерах первой помощи при утоплении, завалах землёй, электротравмах;
- о клинической и биологической смерти и способах реанимации: искусственном дыхании и непрямом массаже сердца

Вы научитесь

- выделять существенные признаки процессов дыхания и газообмена;
- сравнивать газообмен в лёгких и тканях;
- различать на таблицах органы дыхательной системы;
- определять состояние миндалин и аденоидов;
- измерять обхват грудной клетки;
- проводить дыхательные функциональные пробы;
- оказывать доврачебную помощь при нарушении дыхания



§ 26. Значение дыхания. Органы дыхательной системы; дыхательные пути, голосообразование. Заболевания дыхательных путей

1. **Почему без биологического окисления органических веществ жизнедеятельность клеток невозможна?**
2. **Как распределяется функция дыхания между дыхательной и кровеносной системами?**
3. **Каковы функции носовой полости, гортани, трахеи и главных бронхов?**
4. **Как происходит голосообразование и формируются звуки речи?**
5. **Что такое гайморит, фронтит, тонзиллит?**

Значение дыхания. Человек может обойтись без пищи несколько недель, без воды — несколько суток, без воздуха — всего несколько минут. Питательные вещества в организме запасаются, как и вода, запас же свежего воздуха ограничен объёмом лёгких. Вот почему необходимо непрерывное его обновление. Благодаря вентиляции лёгких в них поддерживается примерно постоянный газовый состав, который необходим для поступления в кровь кислорода и удаления из крови углекислого газа, других газообразных продуктов распада, а также паров воды.

Из предыдущих глав вы уже знаете, что происходит с тканями, когда к ним поступает недостаточное количество кислорода: функция ткани нарушается, потому что прекращается распад и окисление органических веществ, энергия перестаёт выделяться, и клетки, лишённые энергетического обеспечения, погибают.

Дыханием называют совокупность процессов, обеспечивающих газообмен между организмом и внешней средой (внешнее дыхание) и окислительные процессы в клетках, в результате которых выделяется и запасается энергия (внутреннее или клеточное дыхание). У человека газообмен состоит из четырёх этапов: 1) обмен газов между воздушной средой и лёгкими; 2) обмен газов между лёгкими и кровью; 3) транспортировка газов кровью; 4) газообмен в тканях.

Система органов дыхания выполняет лишь первую часть газообмена. Остальное выполняет система органов кровообращения. Поэтому дыхательная и кровеносная системы тесно взаимосвязаны.

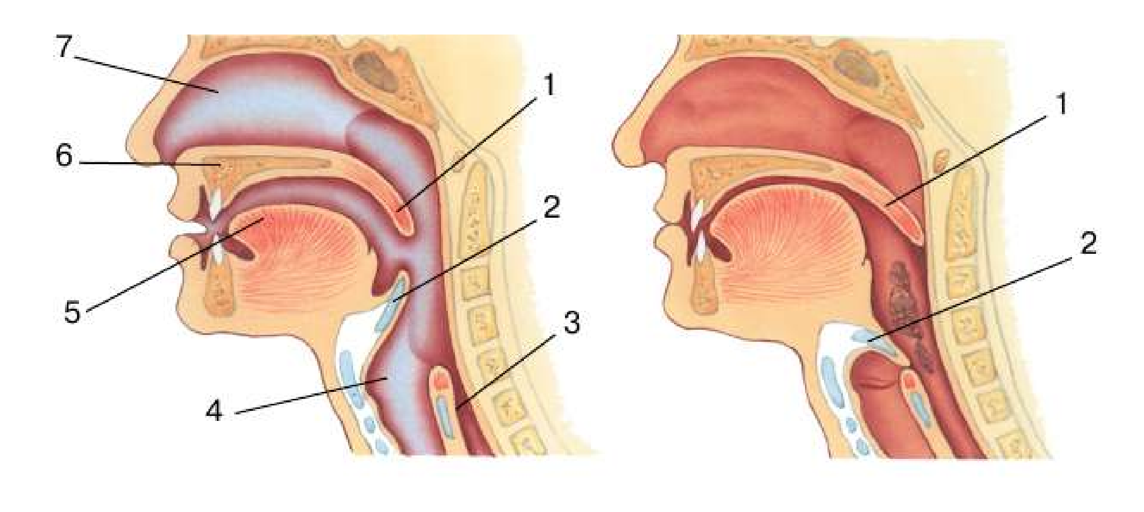
Кроме обеспечения газообмена, органы дыхания выполняют ещё две важные функции: участвуют в *терморегуляции* и *голосообразовании*. При дыхании с поверхности лёгких испаряется вода, что ведёт к охлаждению крови и всего организма. Кроме того, лёгкие создают воздушные потоки, приводящие в колебание голосовые связки гортани.



Строение и функция органов дыхания у человека. Воздух к альвеолам лёгких поступает по *дыхательным путям* (рис. 74). Верхние дыхательные пути: *носовая* и *ротовая полости*, *носоглотка*, *глотка*. Нижние дыхательные пути: *гортань*, *трахея*, *бронхи*.

Бронхи многократно ветвятся, образуя бронхиальное дерево. Самые мелкие тонкие бронхиальные веточки называют *бронхиолами*. Они заканчиваются многочисленными выпячиваниями — *лёгочными пузырьками* (*альвеолами*) (рис. 75). Альвеолы лёгких очень плотно прилегают друг к другу и густо оплетены сетью капилляров малого круга кровообращения. Стенки капилляров и лёгочных пузырьков образованы однослойным плоским эпителием. Поэтому через них легко осуществляется газообмен: в кровь из лёгочных пузырьков поступает кислород, а обратно из крови в лёгочные пузырьки — углекислый газ.

Каждое из лёгких занимает герметически замкнутую часть грудной полости. Между ними расположено сердце. Лёгкие покрыты оболочкой — *лёгочной плеврой*.



А

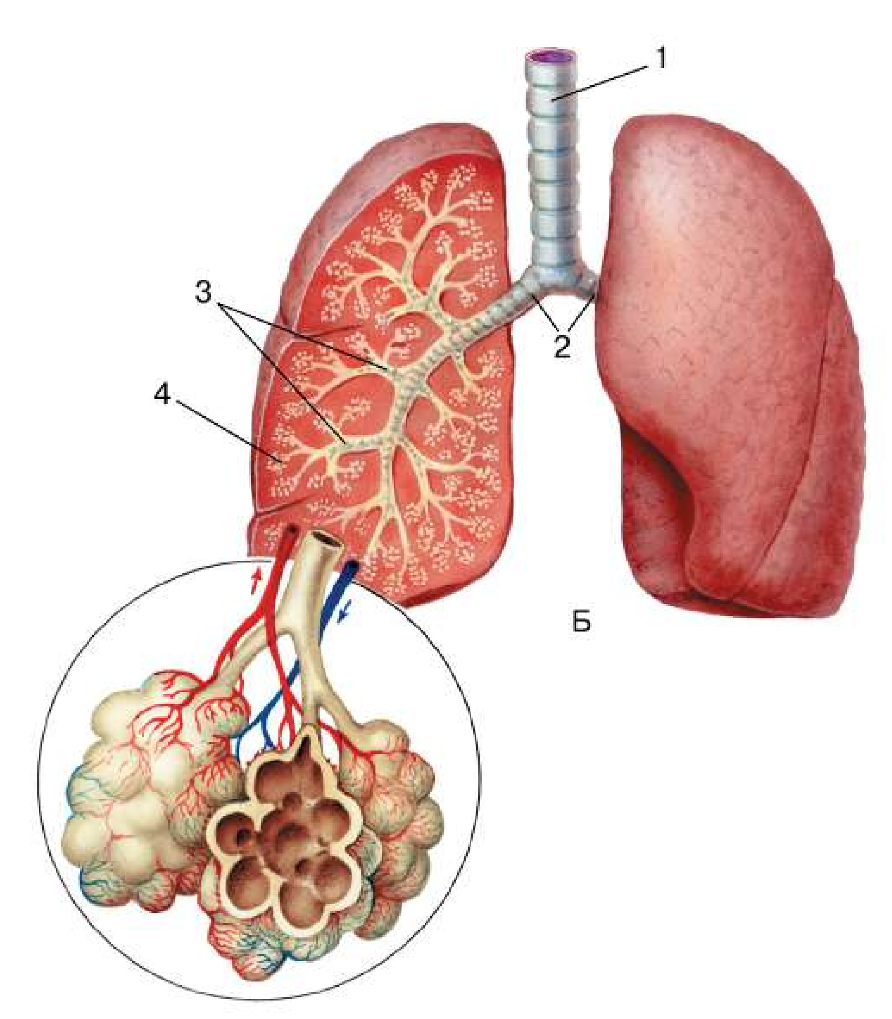


Рис. 74. Органы дыхания человека:
А — верхние дыхательные пути (слева — при дыхании, справа — при глотании):
1 — язычок; 2 — надгортанник; 3 — пищевод; 4 — гортань;
5 — язык; 6 — верхнее нёбо; 7 — носовая полость;
Б — нижние дыхательные пути и лёгкие:
1 — трахея; 2 — главные бронхи; 3 — бронхиальное дерево; 4 — альвеолы
(снизу слева — альвеолы, оплетённые капиллярами, в увеличенном виде)

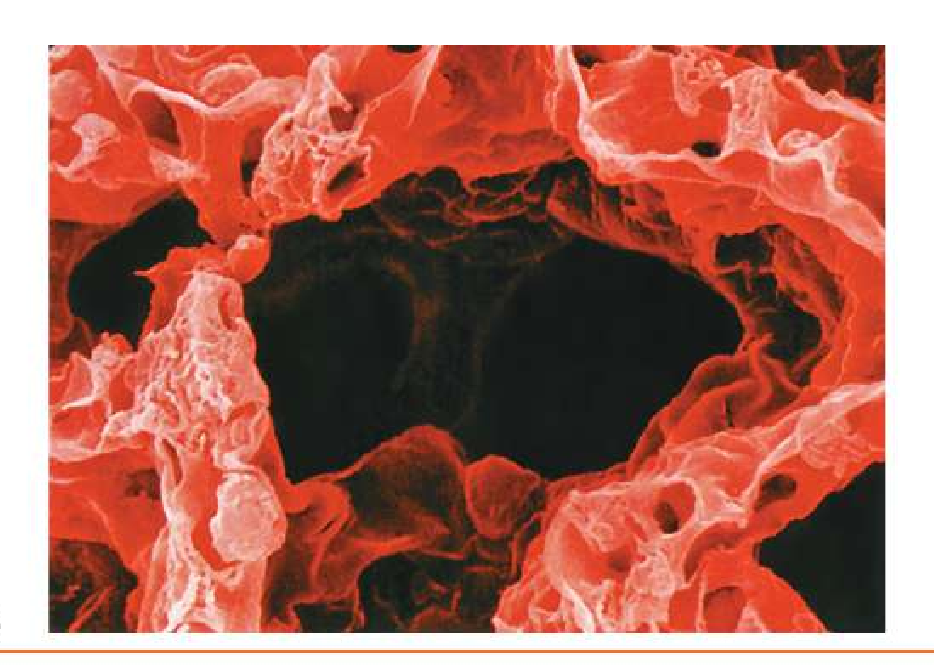


Рис. 75. Альвеолы лёгких (микрофотография)

Носовая полость состоит из нескольких извилистых ходов, разделённых сплошной перегородкой на левую и правую части (рис. 76). Внутренняя поверхность носовой полости выстлана мерцательным эпителием. Он выделяет слизь, увлажняющую поступающий воздух и задерживающую пыль. Слизь содержит вещества, губительно действующие на микроорганизмы. Реснички мерцательного эпителия изгоняют слизь из носовой полости.

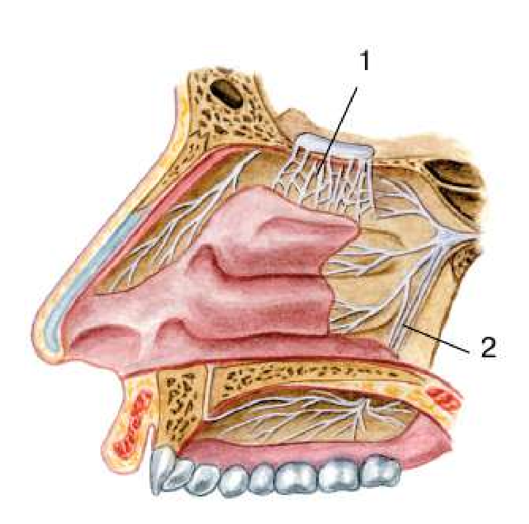
В стенках носовой полости проходит густая сеть *кровеносных сосудов*. Тёплая артериальная кровь движется в них навстречу вдыхаемому холодному воздуху и согревает его.

В подслизистом слое носовой полости много *фагоцитов* и *лимфоцитов* (см. § 18).

В слизистом эпителии, выстилающем верхнюю часть носовой полости, находятся *обонятельные клетки* (рецепторы), воспринимающие запахи. Появление резкого запаха ведёт к рефлекторной задержке дыхания.

Таким образом, в носовой полости воздух согревается, увлажняется, очищается и частично обеззараживается, что обеспечивает общую защиту организма.

Из носовой полости воздух попадает в носоглотку, а затем в глотку, с которой сообщается и ротовая полость. Поэтому человек может дышать и носом, и ртом.



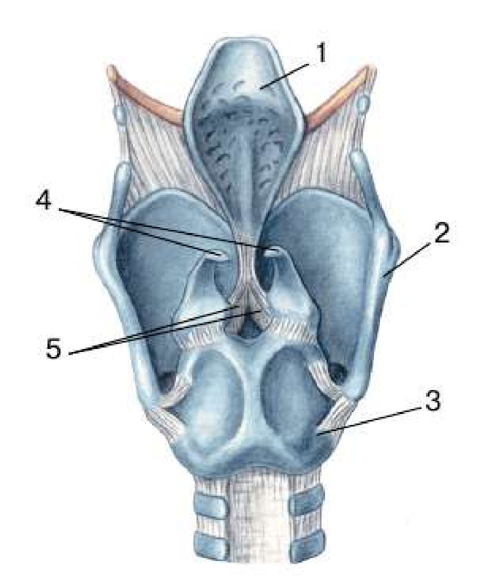


Рис. 76. Носовая полость:
1 — обонятельные нервы;
2 — кровеносные сосуды

Рис. 77. Гортань (вид с задней стороны):
1 — надгортанник; 2 — щитовидный хрящ; 3 — перстневидный хрящ;
4 — черпаловидные хрящи;
5 — голосовые связки

Через рот дышать легче, и потому при усталости люди инстинктивно дышат через рот.

Из глотки воздух попадает в гортань.

Гортань — орган голосообразования. *Гортань* представляет собой широкую трубку, суженную посередине и напоминающую песочные часы (рис. 77). Гортань состоит из хрящей. Спереди и с боков её прикрывает крупный *щитовидный хрящ*. У мужчин он несколько выступает вперёд, образуя *кадык*.



В узкой части гортани находятся *голосовые связки*. Их две пары, но в голосообразовании участвует лишь одна, нижняя пара. Связки могут сближаться и натягиваться, то есть изменять форму щели, которая образуется между ними. Когда человек спокойно дышит, связки разведены. При глубоком дыхании они разводятся ещё дальше, при пении и речи они смыкаются, остаётся лишь узкая щель, края которой вибрируют. Они-то и являются источником звуковых колебаний, от которых зависит высота голоса. У мужчин связки длиннее и толще, их звуковые колебания ниже по частоте, поэтому и муж-

ской голос более низкий. У детей и женщин связки тоньше и короче, а потому их голос более высокий.

Звуки, образующиеся в гортани, усиливаются резонаторами — околоносовыми пазухами — воздухоносными полостями, которые находятся в костях черепа (рис. 78). Под влиянием воздушной струи стенки этих полостей немного вибрируют, вследствие чего звук усиливается и приобретает дополнительные оттенки. Они определяют тембр голоса.

Звуки, издаваемые голосовыми связками, ещё не речь. Членораздельные звуки речи формируются в ротовой и носовой полостях в зависимости от положения языка, губ, челюстей и распределения звуковых потоков. Работу перечисленных органов при произнесении членораздельных звуков называют *артикуляцией*.

Правильная артикуляция формируется особенно легко в возрасте от года до 5 лет, когда ребёнок овладевает родным языком. При общении с маленькими детьми не надо шепелявить, копировать их неправильное произношение, так как это ведёт к закреплению ошибок и нарушению их речевого развития.

Трахея и главные бронхи. Из гортани воздух попадает в *трахею*. Это довольно широкая трубка, которая состоит из хрящевых *полуколец* с мягкой стороной, обращённой к пищеводу, который примыкает к трахее сзади (рис. 79).

Изнутри стенка трахеи покрыта мерцательным эпителием. Колебания его ресничек выводят пылевые частицы из лёгких в глотку. Это называют процессом самоочищения лёгких. Внизу трахея ветвится на два главных бронха — правый и левый. Бронхи имеют *хрящевые кольца*, которые защищают их от спадения во время вдоха. У мелких бронхов вместо колец остаются небольшие хрящевые пластинки, а в мельчайших бронхах — бронхиолах отсутствуют и они.

Придаточные пазухи носа. Некоторые кости черепа имеют воздухоносные полости — *пазухи*. В лобной кости есть фронтальная пазуха, в верхнечелюстной — гайморова пазуха (см. рис. 78).

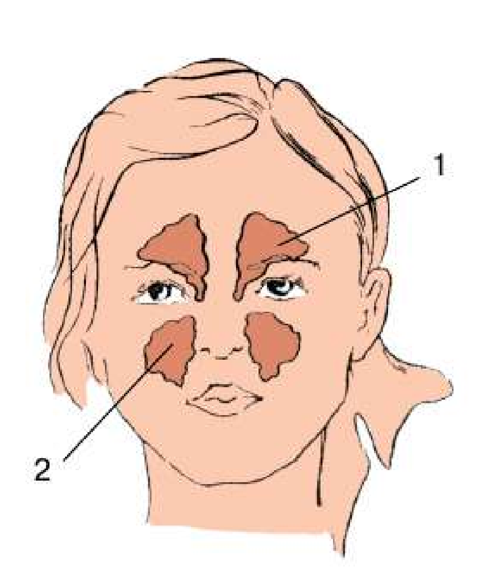


Рис. 78. Околоносовые пазухи:
1 — лобные пазухи;
2 — верхнечелюстные пазухи

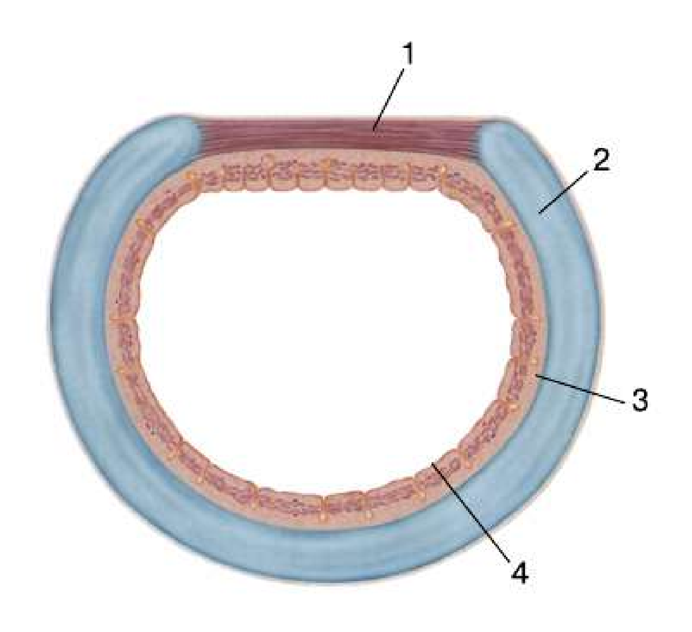


Рис. 79. Поперечный разрез трахеи:
1— мягкая задняя стенка трахеи;
2 — хрящевые полукольца; 3 — соединительная ткань; 4 — ресничный эпителий, выстилающий полость трахеи

Грипп, ангина, ОРВИ (острая респираторная вирусная инфекция) могут вызвать воспаление слизистой оболочки околоносовых пазух. Чаще страдают гайморовы пазухи. Их воспаление — *гайморит*. Нередко бывает и воспаление лобной пазухи — *фронтит* (рис. 80). При гайморите и фронтите нарушается носовое дыхание, из полости носа выделяется слизь, нередко гнойная. Иногда повышается температура. Работоспособность человека снижается. Необходимо лечение у *оториноларинголога* — специалиста, занимающегося лечением людей с заболеваниями уха, горла и носа.

Миндалины. За *мягким нёбом*, а также у входа в пищевод и гортань находятся *миндалины* (рис. 81). Они состоят из лимфоидной ткани, подобной той, которая находится в лимфатических узлах. Миндалины содержат множество лимфоцитов и фагоцитов, задерживающих и уничтожающих микробов, но при этом иногда они сами воспаляются, становятся отёчными и болезненными. Возникает хроническое заболевание — *тонзиллит*.

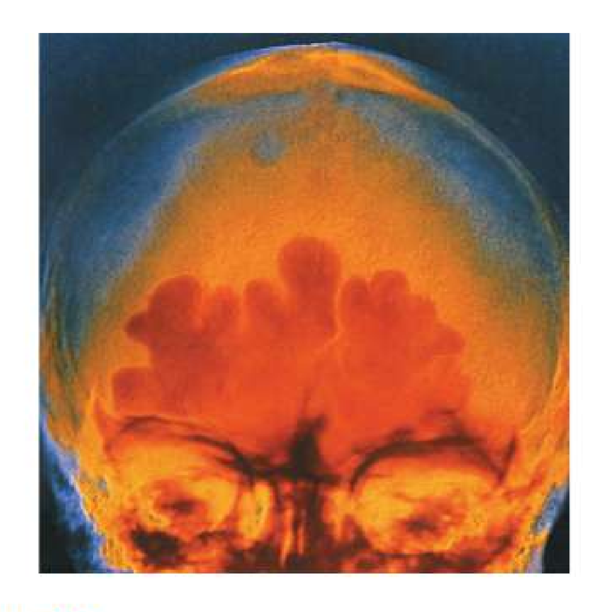


Рис. 80. На рентгеновском снимке черепа видны заполненные слизью лобные пазухи. В норме это пространство должно быть заполнено воздухом

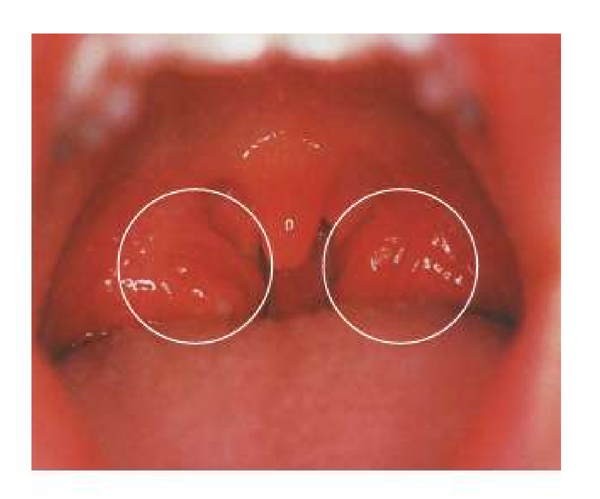


Рис. 81. Миндалины (обведены) состоят из лимфоидной ткани и участвуют в борьбе с инфекцией

Аденоиды. У выхода из носовой полости в носоглотку расположены *аденоиды* — разрастание лимфоидной ткани. Иногда увеличенные аденоиды перекрывают проход воздуха, и носовое дыхание затрудняется (рис. 82).

Тонзиллит и разросшиеся аденоиды необходимо своевременно лечить: оперативно или консервативно (то есть без операции).

Дифтерия — инфекционное заболевание, распространяющееся воздушно-капельным путём. Чаще дифтерия поражает детей, но болеют ею и взрослые. Начинается она как

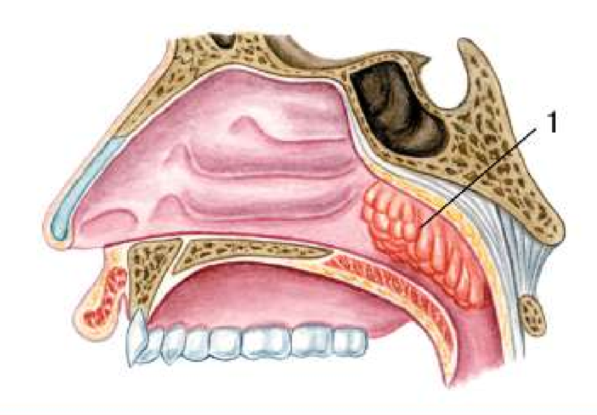


Рис. 82. Разросшиеся аденоиды (1)





Рис. 83. Миндалины:
А — здорового ребёнка;
Б — больного дифтерией

обычная ангина. Повышается температура тела, на миндалинах появляются серовато-белые налёты (рис. 83, Б). Шея опухает из-за воспаления лимфатических желёз.

Возбудитель дифтерии — *дифтерийная палочка*. Продуктом её жизнедеятельности является ядовитое вещество — *дифтерийный токсин*, который поражает проводящую систему сердца и сердечную мышцу. Возникает тяжёлое и опасное заболевание сердца — миокардит.

Для профилактики дифтерии здоровым людям вводят противодифтерийную вакцину. Она создаёт активный искусственный иммунитет, который может сохраняться несколько лет.

ДЫХАНИЕ, ДЫХАТЕЛЬНЫЕ ПУТИ: НОСОВАЯ ПОЛОСТЬ, НОСОГЛОТКА, ГЛОТКА, ГОРТАНЬ, ТРАХЕЯ, ГЛАВНЫЕ БРОНХИ; ЛЁГКИЕ, ЛЁГОЧНАЯ ПЛЕВРА, БРОНХИАЛЬНОЕ ДЕРЕВО, АЛЬВЕОЛЫ; ГОЛОСОВЫЕ СВЯЗКИ, АРТИКУЛЯЦИЯ; АДЕНОИДЫ, МИНДАЛИНЫ, ГАЙМОРИТ, ФРОНТИТ, ТОНЗИЛЛИТ, ДИФТЕРИЯ.

Вопросы

1. Что такое лёгочное дыхание и тканевое дыхание?
2. Объясните, почему носовое дыхание для организма гораздо выгоднее, чем дыхание через рот.
3. Как действуют защитные барьеры, преграждающие вход инфекции в лёгкие?
4. Где находятся рецепторы, воспринимающие запахи?

§ 27. Лёгкие. Газообмен в лёгких и других тканях

1. **Каково строение лёгких?**
2. **Как происходит газообмен в лёгких и других тканях?**

Лёгкие занимают всё свободное пространство грудной полости. Расширенная часть лёгких прилегает к диафрагме. Главные бронхи, лёгочные артерии и вены входят в лёгкие с внутренней стороны, граничащей с сердцем. Место их входа называют *воротами лёгких*.

Каждое лёгкое покрыто двуслойной оболочкой — *лёгочной плеврой*. Её наружный слой (лепесток) выстилает грудную полость с внутренней стороны, а внутренний лепесток образует стенку лёгкого. Между двумя лепестками находится узкая плевральная щель (полость). Она заполнена тончайшим слоем жидкости, которая облегчает скольжение лёгочной стенки во время вдоха и выдоха. Плевральная жидкость постоянно обновляется: выделяется из капилляров плевры, а удаляется через лимфатическую систему. Давление в плевральной полости ниже атмосферного, поэтому лёгкие всегда расправлены.

Газообмен в лёгких. Обмен газов в лёгких происходит благодаря *диффузии*. Кровь, поступившая от сердца в капилляры, оплетающие лёгочные альвеолы, содержит много углекислого газа. В воздухе лёгочных альвеол его мало, поэтому он покидает кровеносные сосуды и переходит в альвеолы.

Кислород поступает в кровь тоже благодаря диффузии. В крови свободного кислорода мало, потому что его непрерывно связывает находящийся в эритроцитах гемоглобин, превращаясь в оксигемоглобин. Ставшая артериальной кровь покидает альвеолы и по лёгочным венам направляется к сердцу. Но чтобы этот газообмен мог идти непрерывно, необходимо, чтобы состав газов в лёгочных альвеолах был постоянным. Это постоянство и поддерживается лёгочным дыханием: избыток угле-

кислого газа выводится наружу, а поглощённый кровью кислород возмещается кислородом из свежей порции наружного воздуха.

Газообмен в других тканях. В капиллярах большого круга кровообращения кровь отдаёт кислород и получает углекислый газ (см. рис. 63). В тканях мало кислорода, и поэтому происходит распад оксигемоглобина на гемоглобин и кислород. Кислород переходит в тканевую жидкость и там используется клетками для биологического окисления органических веществ. Выделяющаяся при этом энергия используется для процессов жизнедеятельности клеток и тканей. Углекислого газа в тканях скапливается много. Он поступает в тканевую жидкость, а из неё в кровь. Здесь углекислый газ частично захватывается гемоглобином, а большая часть растворяется или химически связывается солями плазмы крови. Венозная кровь уносит его в правое предсердие, оттуда он поступает в правый желудочек, который выталкивает венозную кровь в лёгкие — круг замыкается. В лёгких кровь снова становится артериальной и, вернувшись в левое предсердие, попадает в левый желудочек, а из него в большой круг кровообращения.

Чем больше расходуется кислорода в тканях, тем больше требуется кислорода из воздуха для компенсации затрат. Вот почему при физической работе одновременно усиливается и сердечная деятельность, и лёгочное дыхание.

ВОРОТА ЛЁГКИХ, ЛЁГОЧНАЯ ПЛЕВРА, ПРИСТЕНОЧНАЯ ПЛЕВРА, ПЛЕВРАЛЬНАЯ ПОЛОСТЬ, ДИФФУЗИЯ.

Вопросы

1. Где находятся лёгкие? Каково их строение?
2. Почему каждое лёгкое находится в герметически замкнутом пространстве?
3. Лёгочная плевра обладает эластичностью: она непрерывно растягивается и сжимается. За счёт какой ткани это возможно?
4. Что общего и в чём различие газообменов, происходящих в лёгких и других тканях?

Задания

1. Каждое лёгкое состоит из долей. В правом лёгком три доли, в левом — две. Объясните, с чем связано это различие.
2. Изобразите схематично процесс газообмена в лёгких и других тканях организма.
3. Проследите путь эритроцита от капилляров стенки лёгочной альвеолы до капилляров мышц руки и его обратный путь (см. рис. 63). Отметьте, по каким сосудам он движется в малом круге и по каким — в большом.

§ 28. Механизмы вдоха и выдоха. Регуляция дыхания. Охрана воздушной среды

1. За счёт чего происходит вдох и выдох?
2. Как работает дыхательный центр?
3. Что происходит во время кашля и чихания?
4. Как осуществляется гуморальная регуляция дыхания?
5. В чём вред курения?
6. Важно ли знать, чем мы дышим?

Вдох и выдох. Поскольку углекислый газ непрерывно поступает из крови в альвеолярный воздух, а кислород поглощается кровью и расходуется, для поддержания газового состава альвеол необходима вентиляция альвеолярного воздуха. Она достигается благодаря дыхательным движениям: чередованию вдоха и выдоха. Сами лёгкие не могут нагнетать или изгонять воздух из своих альвеол. Они лишь пассивно следуют за изменением объёма грудной полости. Поскольку давление в плевральной полости, щелевидном пространстве между лёгкими и стенками грудной полости меньше, чем давление воздуха в лёгких, лёгкие всегда прижаты к стенкам грудной полости и точно следуют за изменением её конфигурации. При вдохе и выдохе лёгочная плевра скользит по пристеночной плевре, повторяя её форму.

Вдох заключается в том, что диафрагма опускается вниз, отодвигая органы брюшной полости, а межрёберные мышцы поднимают грудную клетку вверх, вперёд и в стороны. Объём грудной полости увеличивается, и лёгкие следуют за этим увеличением, поскольку содержащиеся в лёгких газы прижимают их к пристеночной плевре. Вследствие этого давление внутри лёгочных альвеол падает и наружный воздух поступает в альвеолы.

Выдох начинается с того, что межрёберные мышцы расслабляются. Под действием силы тяжести грудная стенка опускается вниз, а диафрагма поднимается вверх, поскольку растянутая стенка живота давит на внутренние органы брюшной полости, а они — на диафрагму. Объём грудной полости уменьшается, лёгкие сдавливаются, давление воздуха в альвеолах становится выше атмосферного, и часть его выходит наружу.

Всё это происходит при спокойном дыхании. В глубоком дыхании дополнительно участвуют мышцы брюшного пресса, плечевого пояса и некоторые другие.

Нервная регуляция дыхания. Дыхательный центр расположен в продолговатом мозге. Он состоит из центров вдоха и выдоха, которые регулируют работу дыхательных мышц. Дыхательному центру свойственна автоматия, то есть в нём, как и в сердце, возбуждение возникает без каких-либо внешних воздействий. Спадение лёгочных альвеол, которое происходит при выдохе, рефлекторно вызывает вдох, а расширение альвеол рефлекторно вызывает выдох.

При задержке дыхания мышцы вдоха и выдоха сокращаются одновременно, благодаря чему грудная клетка и диафрагма удерживаются в одном положении.

На работу дыхательных центров оказывают влияние и другие центры, в том числе расположенные в коре больших полушарий. Благодаря их влиянию мы можем произвольно изменять частоту дыхания, согласуя её с проглатыванием пищи, разговором и пением. Возможно также сознательно изменять ритм дыхания во время физических упражнений. Интенсивность дыхания меняется не только при физической нагрузке, но и при эмоциональном состоянии человека.

Чихание и кашель. Раздражение слизистой носа пылью или неприятно пахнущим веществом вызывает кратковременную остановку дыхания и смыкание голосовой щели. Затем начинается интенсивный (форсированный) выдох. Давление воздуха нарастает, и наступает момент, когда он с силой прорывается через сомкнутые голосовые связки. При этом скорость воздушного потока на уровне голосовой щели достигает 50—120 м/с. Струя воздуха направляется наружу, и возникает характерный звук чихания. Вместе с воздухом и слизью выделяются наружу и раздражители слизистой оболочки.

При кашле происходит то же самое, что и при чихании, только основной поток воздуха выходит через рот. Причиной кашля может быть раздражение слизистой оболочки лёгких, бронхов, трахеи, гортани, а также плевры. Таким образом, чихание и кашель имеют защитный характер.

Гуморальная регуляция дыхания. При мышечной работе усиливаются процессы окисления. Следовательно, в кровь выделяется больше углекислого газа. Избыток углекислого газа повышает активность дыхательного центра. Человек начинает глубоко дышать. В итоге избыток углекислого газа удаляется, а недостаток кислорода восполняется. Если концентрация углекислого газа в крови понижается, работа дыхательного центра тормозится и наступает непроизвольная задержка дыхания. Благодаря нервной и гуморальной регуляции в любых условиях концентрация углекислого газа и кислорода в крови поддерживается на определённом уровне.

Действие никотина на органы дыхания. Наркотические вещества, к которым принадлежит и никотин, содержащийся в табаке, включаются в обмен веществ и вмешиваются в нервную и гуморальную регуляцию, нарушая и ту и другую. Кроме того, вещества табачного дыма раздражают слизистую оболочку дыхательных путей, что ведёт к увеличению выделяемой ею слизи. Поэтому у курящих людей бывает кашель: лёгкие защищаются от вредного воздействия курения.

Курение отражается и на голосообразовании. Под влиянием дыма и смены температуры голосовые связки опухают, голос делается хриплым.

Многие начинающие курильщики считают, что при курении без затяжки табачный дым не опасен, поскольку газы всасываются лишь в альвеолах лёгких. На самом деле это не так. Ряд веществ, в том числе и никотин, всасывается уже в ротовой полости. Способен он всасываться и в носовой полости, если дым выпускают через нос. Кроме того, никотин и многие другие компоненты табака хорошо растворяются в слюне и всасываются в кишечнике.

Воздушная среда и её охрана. Атмосферный воздух содержит 21% кислорода, 78% азота, 0,03% углекислого газа, около 1% прочих газов. В выдыхаемом воздухе содержание кислорода снижается до 16,3%, содержание углекислого газа возрастает (примерно до 3—4%).

Даже в очень душной комнате содержание кислорода снижается незначительно, но концентрация углекислого газа растёт быстро. При этом неблагоприятно действует на организм не только он, но и табачный дым, и водочный перегар, и другие вредные вещества. Поэтому пребывание в душном помещении ведёт к головной боли, вялости, снижению работоспособности.

Там, где используют печное отопление, в воздухе может оказаться примесь окиси углерода (CO) — угарного газа, который чрезвычайно ядовит. Он легко образует с гемоглобином крови прочное соединение — карбоксигемоглобин. Захватившие угарный газ молекулы гемоглобина надолго лишаются возможности переносить кислород из лёгких в ткани. Возникает недостаток кислорода в крови и тканях, что отражается на работе головного мозга и других органов.

Отравление угарным газом проявляется головной болью и тошнотой. Могут возникнуть рвота, судороги, потеря сознания, а при сильном отравлении — смерть от удушья.

При оказании первой помощи пострадавшего надо поскорее вынести на свежий воздух и заставить дышать

глубже, можно дать ему понюхать нашатырный спирт, затем напоить крепким горячим чаем. В случае потери сознания и прекращения дыхания необходимо применить искусственное дыхание.

Во многих населённых пунктах для приготовления пищи применяют газовые плиты. Отравление бытовым газом во многом сходно с отравлением угарным газом. Меры первой помощи такие же.

Если в помещении обнаружен запах газа, надо немедленно распахнуть все окна и двери, постараться обнаружить источник утечки газа и его перекрыть, выйти в безопасное место. Газовая смесь взрывоопасна, поэтому в помещении нельзя зажигать огонь и включать свет.

Борьба с пылью. Содержащаяся в воздухе пыль опасна тем, что может механически травмировать стенки лёгочных пузырьков и воздухоносных путей, затруднять газообмен, вызывать аллергию. Кроме того, на пылинках оседают микробы и вирусы, которые могут стать причиной инфекционных заболеваний. Пыль, содержащая частички свинца, хрома, может вызвать химические отравления.

Вредна пыль не только фабрично-заводская, но и бытовая, и сельскохозяйственная. Для защиты от пыли во время работы можно применять респираторы и марлевые повязки. Во время дыхания пылевые частицы задерживаются марлей. По мере загрязнения респиратор и повязку надо менять.

В быту стоит отдавать предпочтение влажным способам уборки.

Источники загрязнения атмосферного воздуха. Основные источники загрязнения воздуха — выхлопы автотранспорта, промышленные выбросы вредных газов, золы, дыма, а также использование ядохимикатов и минеральных удобрений в сельском хозяйстве, деятельность животноводческих ферм.

В городах, где мало растений, но много промышленных предприятий, нередко образуется *смог* — это смесь дыма, тумана и пыли, продуктов сухой перегонки топлива и сажи. В сухие дни смог имеет вид плотного жёлтого тумана, в пасмурные дни он содержит ещё и капельки жидкости.

ЛЁГОЧНАЯ И ПРИСТЕНОЧНАЯ ПЛЕВРА, ПЛЕВРАЛЬНАЯ ПОЛОСТЬ, ДИАФРАГМА, МЕЖРЁБЕРНЫЕ МЫШЦЫ; ДЫХАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР, ПРОДОЛГОВАТЫЙ МОЗГ, РЕФЛЕКТОРНАЯ И ГУМОРАЛЬНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ, НАРКОГЕННЫЕ ВЕЩЕСТВА, НИКОТИН, КАРБОКСИГЕМОГЛОБИН, РЕСПИРАТОР, СМОГ.

Вопросы

1. Почему вентиляция лёгких возможна только при условии, когда полости, в которых находятся лёгкие, герметически замкнуты, в плевральной полости поддерживается давление ниже атмосферного?
2. Почему при ранении, когда рана достигает плевральной полости, воздух со свистом врывается внутрь, лёгкое спадается и функционировать не может?
3. Почему неповреждённое лёгкое может работать, несмотря на то что второе лёгкое выведено из строя?
4. Где находится дыхательный центр?
5. Почему вдох сменяет выдох?
6. Какова роль кашля и чихания?
7. Как изменяется воздух в помещении при большом скоплении людей и плохой вентиляции?
8. Какие меры первой помощи необходимо осуществить при отравлении угарным или бытовым газом?
9. При поражении угарным газом в крови образуется карбоксигемоглобин. Каковы его свойства и почему угарный газ так опасен?
10. В чём заключается вредное действие пыли?
11. Каковы источники загрязнения атмосферного воздуха?

Задания

1. Назовите факты, свидетельствующие о том, что в регуляции дыхания участвует кора больших полушарий.
2. Сделайте ряд глубоких и частых вдохов и выдохов. Почему после них происходит непроизвольная задержка дыхания?
3. При сквозном ранении грудной полости рекомендуется восстановить её герметичность, закрыв рану полиэтиленовой плёнкой, клеёнкой или другим материалом, не пропускающим воздух, а затем крепко прибинтовать этот тампон к туловищу. Объясните, почему такую процедуру надо осуществлять в состоянии выдоха.
4. Обсудите в классе, что вы можете сделать, чтобы воздух в школьных помещениях стал более чистым.

§ 29. Функциональные возможности дыхательной системы как показатель здоровья. Болезни и травмы органов дыхания: профилактика, первая помощь. Приёмы реанимации

1. **Как определяют состояние органов дыхания?**
2. **О чём говорит жизненная ёмкость лёгких?**
3. **Как можно обнаружить туберкулёз и рак лёгких на ранней стадии болезни?**
4. **Что надо делать, если у пострадавшего нарушено дыхание?**

Измерение обхвата грудной клетки. При вдохе и выдохе поднимается и опускается грудная клетка, а следовательно, меняется и её обхват. В состоянии вдоха он больше, в состоянии выдоха меньше. Изменение обхвата грудной клетки при вдохе и выдохе называется экскурсией грудной клетки. Чем она больше, тем больше может быть увеличена грудная полость, а лёгкие могут набрать больше воздуха. Более того, при спортивных тренировках объём грудной полости увеличивается, а следовательно, увеличивается и экскурсия грудной клетки. Её нетрудно измерить самому. Делать это удобно вдвоём (рис. 85). Сначала измерения проводят на вдохе, потом на выдохе. Для этого нужна мерная лента, которой пользуются портные.



Рис. 85. Измерение обхвата грудной клетки



Лабораторная работа

Измерение обхвата грудной клетки в состоянии вдоха и выдоха

Ход работы

Испытуемому предлагают приподнять руки и накладывают измерительную ленту так, чтобы на спине она касалась углов лопаток,

а на груди проходила по нижнему краю сосковых кружков у мужчин и над молочными железами у женщин. Во время измерения руки должны быть опущены.

Измерение на вдохе. Испытуемому предлагают глубоко вдохнуть. Мышцы напрягать нельзя, плечи не поднимать.

Измерение на выдохе. Испытуемому предлагают сделать глубокий выдох. Плечи не опускать, не сутулиться.

В норме разница обхвата грудной клетки в состоянии глубокого вдоха и в состоянии глубокого выдоха у взрослых равна 6—9 см.

Жизненная ёмкость лёгких. Важным показателем дыхания является *жизненная ёмкость лёгких* (ЖЁЛ). ЖЁЛ складывается из объёма спокойного вдоха/выдоха ($\approx$500 см^3), дополнительного (резервного) объёма вдоха ($\approx$1500 см^3) и резервного объёма выдоха ($\approx$1500 см^3), что в сумме составляет около 3500 см^3. Если человек сделает самый глубокий вдох, а затем максимально выдохнет, то объём выдохнутого воздуха и составит жизненную ёмкость. Но и после этого выдоха в лёгких останется ещё какое-то количество воздуха. Это *остаточный воздух*, его объём примерно 1000—1200 см^3.

Жизненная ёмкость лёгких зависит от возраста, пола, роста, а также от степени тренированности человека. Для измерения ЖЁЛ используют *спирометр* (рис. 86).

Для человека важны не только жизненная ёмкость лёгких, но и выносливость дыхательной мускулатуры. Она считается хорошей, если при пяти пробах, проведённых подряд, результаты не снижаются.

В чём преимущества людей, имеющих высокую ЖЁЛ? При тяжёлой физической работе, например при беге, вентиляция лёгких достигается за счёт большой глубины дыхания. Человеку, у которого ЖЁЛ небольшая да ещё и дыхательные мышцы слабы, приходится дышать часто и поверхностно. Это приводит к тому, что свежий воздух остаётся преимущественно в воздухоносных путях и лишь небольшая часть его доходит до альвеол.

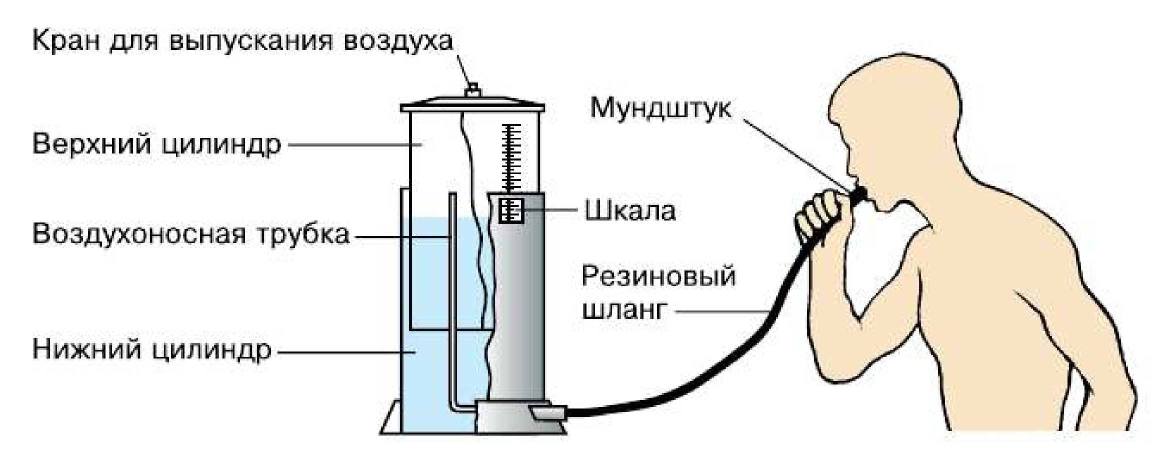


Рис. 86. Измерение жизненной ёмкости лёгких спирометром

Болезни дыхательной системы. Наряду с кратковременно протекающими болезнями, например гриппом, ангиной, существуют хронические заболевания дыхательной системы. Наиболее грозными являются туберкулёз и рак лёгкого. Они начинаются незаметно, и несколько месяцев или даже лет человек о них может и не подозревать. Между тем лечение наиболее успешно в начальной стадии болезни.

Флюорография — это исследование грудной клетки путём фотографирования изображения со светящегося рентгеновского экрана, за которым находится обследуемый. Отснятые плёнки исследуют специалисты. Если они обнаруживают отклонения от нормы, больного приглашают для более детального обследования.

Возбудитель *туберкулёза* — *палочка Коха*. Она может попасть в организм через дыхательные пути, а также вместе с пищей, например с непрокипячённым молоком, полученным от больной туберкулёзом коровы. В неблагоприятных для человека условиях микробы активизируются. Они проникают в лёгкие (чаще) или другие органы и там размножаются, что ведёт к заболеванию.

Флюорография позволяет вовремя выявить и *рак лёгкого* (рис. 87). Это заболевание наиболее часто встречается у курящих людей. Болезнь начинается с того, что эпителиальная ткань некоторых бронхов перерождается и начинает разрастаться. Опухоль оказывает угнетающее влияние на жизнедеятельность организма, ведёт к его крайнему истощению, а затем к смерти.

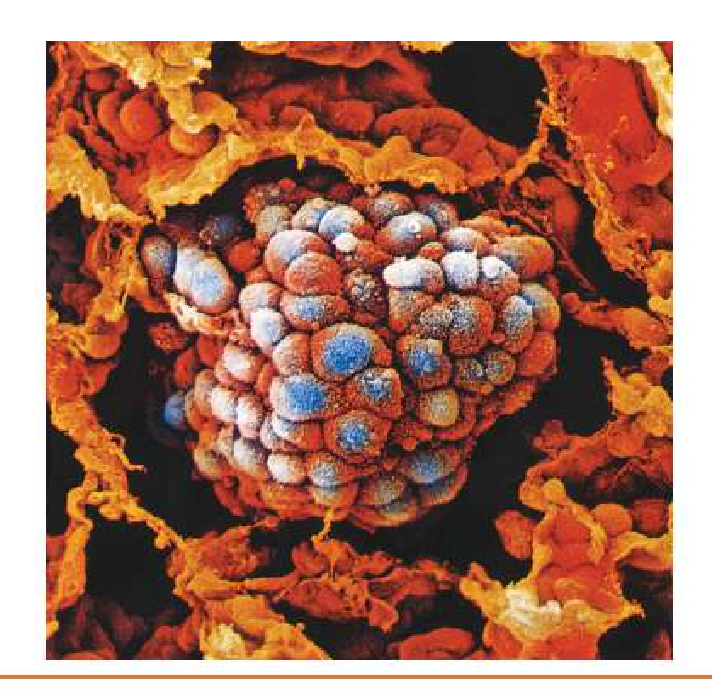


Рис. 87. Раковые клетки в лёгочной ткани (микрофотография)

Флюорографию должен проходить каждый человек хотя бы раз в два года. Лицам, работа которых связана с людьми, а также учащимся флюорографию необходимо проходить ежегодно.

Первая помощь утопающему. После того как утопающего извлекли из воды, прежде всего надо освободить его дыхательные пути от воды. С этой целью пострадавшего кладут животом на колено, как показано на рисунке 88, А,

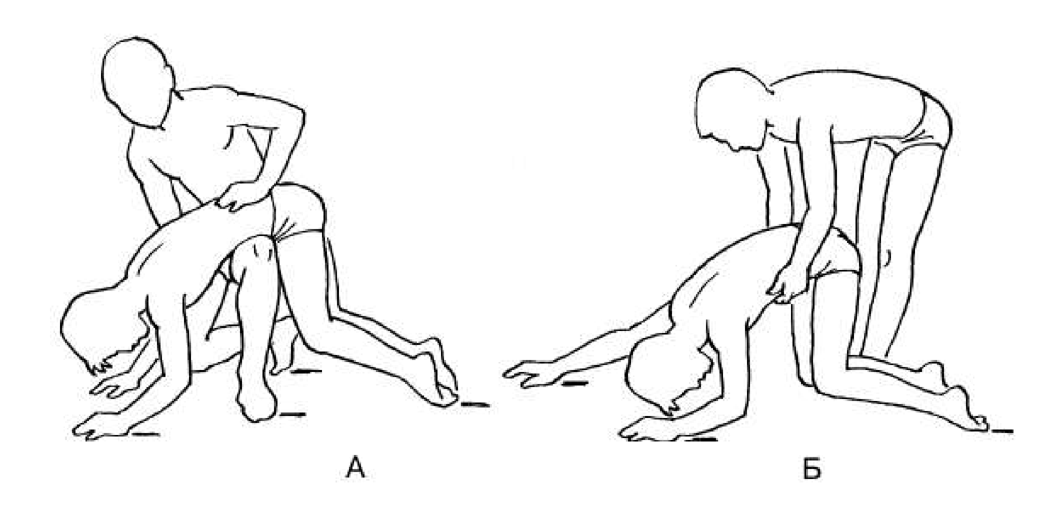


Рис. 88. Первая помощь тонувшему — удаление воды из желудка и дыхательных путей: А — путём сдавливания живота и грудной клетки пострадавшего, уложенного на колено; Б — путём встряхивания

и резкими движениями сдавливают живот и грудную клетку или резко встряхивают пострадавшего (рис. 88, Б). После удаления воды при необходимости применяют искусственное дыхание.

Помощь при удушении и заваливании землёй. Удушение может произойти при сдавливании горла, при западении языка. Последнее часто случается при обмороках, когда человек внезапно теряет сознание. Поэтому прежде всего надо прислушаться к его дыханию. Если оно сопровождается хрипом или прекращается вовсе, необходимо открыть пострадавшему рот и оттянуть его язык вперёд либо переменить положение головы, откинув её назад (рис. 89). Полезно дать понюхать нашатырный спирт. Это возбуждает дыхательный центр и способствует восстановлению дыхания.

Особенно тяжёлые поражения органов дыхания бывают при завалах землёй. После извлечения человека из завала необходимо прежде всего восстановить его дыхание. Сначала надо очистить рот и нос от грязи, затем начать искусственное дыхание, непрямой массаж сердца. Только после восстановления дыхания можно приступить к осмотру повреждений, наложению жгутов и шин.

При оказании помощи утопающему или пострадавшему в завалах важно согреть больного. Его растирают, закутывают в тёплую одежду, дают чай, кофе и другие горячие напитки.

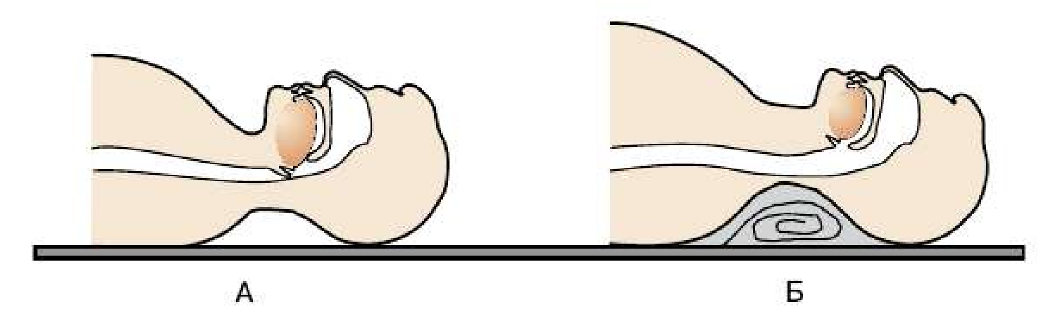


Рис. 89. Освобождение дыхательных путей наклоном головы пострадавшего назад:
А — запавший язык препятствует прохождению воздуха;
Б — устранение западания языка путём отклонения головы назад с помощью подложенного под голову валика

Первая помощь при электротравме. Поражения молнией и электротоком относят к электротравмам. Эти травмы часто приводят к остановке дыхания.

Последствия поражения током и молнией во многом сходны. Человек теряет сознание, нарушается дыхание. Сердце более устойчиво, но работает слабо, не всегда удаётся прослушать сердцебиение и прощупать пульс.

При поражении человека техническим электрическим током прежде всего надо обесточить провод. Если электротравма была небольшой и человек сам вышел из состояния обморока, необходимо осмотреть места поражения, наложить повязку и немедленно отправить пострадавшего в больницу, поскольку может наступить повторная потеря сознания из-за сердечной недостаточности.

При тяжёлых случаях электротравм происходит остановка дыхания. В этом случае применяют искусственное дыхание, а при остановке сердца — непрямой массаж.

Клиническая и биологическая смерть. Смерть наступает не сразу после прекращения дыхания и остановки сердца. Пока жив мозг, можно восстановить угасающие функции организма. Первую фазу, пока ещё обратимую, называют *клинической смертью*. Приёмы возвращения к жизни называют *реанимацией*. Клиническая смерть длится сравнительно недолго — всего несколько минут. *Биологическая смерть* связана со смертью мозга. Она необратима.

Приёмы искусственного дыхания. В случаях, когда самостоятельное дыхание пострадавшего невозможно и он потерял сознание, применяют искусственное дыхание. Наиболее эффективно искусственное дыхание изо рта в рот или изо рта в нос (рис. 90, А).

Пострадавшего укладывают лицом вверх на твёрдую поверхность — пол, землю. Под голову подводят руку и слегка запрокидывают голову назад. При этом его дыхательные пути, заложенные языком, открываются. Рот и нос пострадавшего закрывают марлей. Оказывающий помощь делает глубокий вдох и, закрыв пальцами по-



Рис. 90. Искусственное дыхание:
А — искусственное дыхание изо рта в рот; Б — непрямой массаж сердца

страдавшему нос, выдыхает воздух ему в рот. Если грудная клетка последнего расширилась — всё сделано верно. После этого надавливают на грудную клетку пострадавшего и вызывают выдох. Оба действия повторяют ритмично, 16—20 раз в минуту.

Проводить искусственное дыхание можно только после того, как дыхательные пути (рот и глотка) очищены.

Непрямой массаж сердца. При остановке сердечной деятельности искусственное дыхание приходится сочетать с непрямым массажем сердца. Принцип его состоит в том, что при сильном толчкообразном сдавливании грудной клетки кровь, наполняющая желудочки сердца, выталкивается в аорту и лёгочную артерию. При отведении рук оказывающего помощь грудная клетка пострадавшего вновь расширяется, и кровь поступает из вен в предсердия, а из предсердий в желудочки сердца (рис. 90, Б).

Пострадавшего обязательно укладывают на что-либо твёрдое — пол, землю, стол. Оказывающий помощь располагается сбоку от пострадавшего. Ладонями, наложенными одна на другую, он с силой надавливает на нижнюю часть грудной клетки, стараясь прогнуть её по направлению к позвоночнику на 4—5 см. При этом он наваливается всем корпусом, чтобы создать нужное давление, затем откидывается назад и снова повторяет толчкообразный нажим. Частота сжатий 50—70 раз в минуту. Руки должны располагаться примерно на два пальца выше мечевидного отростка грудины.

Основные положения главы 7

Дыхательная и кровеносная системы тесно связаны между собой. Обмен газов между воздушной средой и лёгкими осуществляет дыхательная система. В осуществлении остальных этапов дыхания участвует кровеносная система, поскольку именно кровь доставляет органам кислород и уносит от них углекислый газ.

Система органов дыхания включает верхние дыхательные пути (носовую полость, носоглотку, глотку), нижние дыхательные пути (гортань, трахею, главные бронхи) и лёгкие, покрытые лёгочной плеврой. Войдя в лёгкие, главные бронхи ветвятся, образуют бронхиальное дерево, на концах которого находятся лёгочные пузырьки, альвеолы.

Лёгкие находятся в герметически закрытых полостях, стенки которых выстланы плеврой. Между наружным и внутренним лепестками плевры находится щелевидная плевральная полость. Давление в ней ниже, чем в лёгких, а потому лёгкие всегда прижаты к стенкам грудной полости и принимают её форму.

Главная функция органов дыхания — поддерживать постоянство газового состава воздуха в альвеолах: удалять излишки углекислого газа и восполнять уносимый кровью кислород. Это достигается благодаря дыхательным движениям. При вдохе грудная полость расширяется, следом за ней расширяются лёгкие, давление в альвеолах падает и наружный воздух входит в лёгкие. При выдохе грудная полость уменьшается, её стенки сдавливают лёгкие и воздух выходит из них.

Регуляция дыхания осуществляется автоматически — продолговатым мозгом в зависимости от концентрации в крови углекислого газа. Однако на частоту и глубину дыхания влияет также и эмоциональное состояние человека. Произвольное изменение частоты дыхания осуществляется при участии коры больших полушарий головного мозга.

Звукообразование происходит в гортани благодаря колебаниям голосовых связок. Речь осуществляется благодаря артикуляции, в которой участвуют язык, зубы, губы и другие органы, направляющие звуковые потоки.



Глава 8

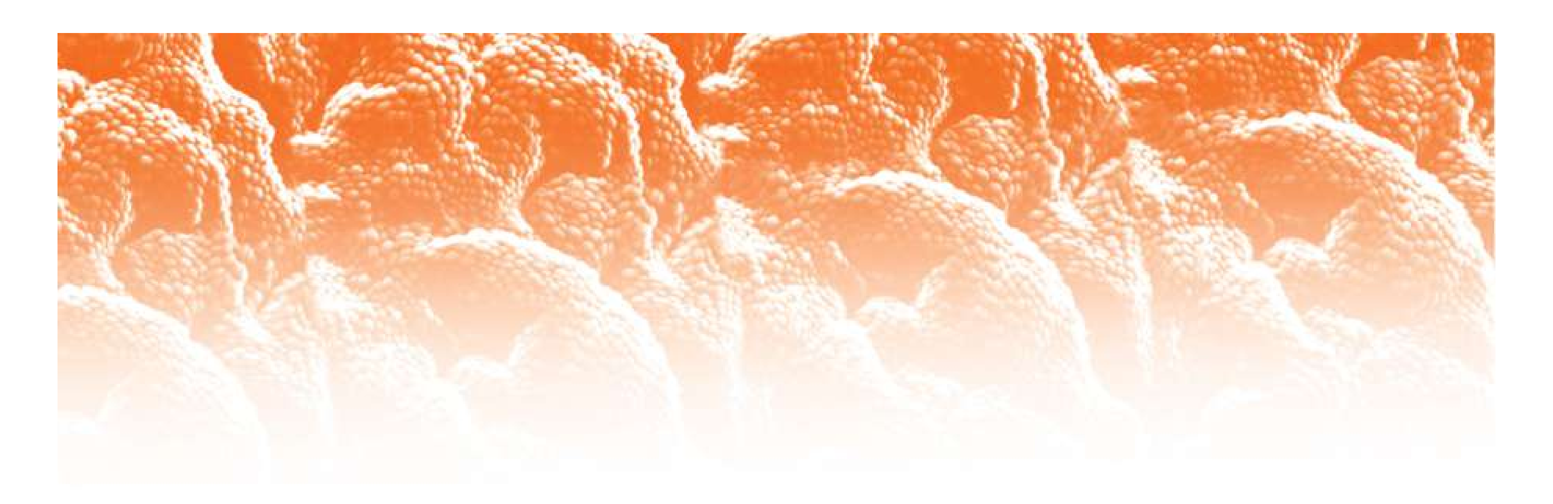
Пищеварение

Из этой главы вы узнаете

- почему пищевые белки, жиры и сложные углеводы, для того чтобы усвоиться организмом, должны быть расщеплены на составные части;
- каковы строение и функции органов пищеварения и как они регулируются;
- что делать при желудочно-кишечных заболеваниях, отравлениях и аппендиците

Вы научитесь

- выделять существенные признаки процессов питания и пищеварения;
- различать на таблицах и муляжах органы пищеварительной системы;
- определять в своём теле местоположение желудка, печени, аппендикса;
- распознавать желудочно-кишечные расстройства и оказывать доврачебную помощь при их появлении



§ 30. Питание и пищеварение

1. **Как организм использует питательные вещества?**
2. **Почему необходимо расщепление белков, жиров и сложных углеводов на составные части?**
3. **Как происходит пищеварение?**
4. **Каково строение органов пищеварения?**
5. **Что такое продукты питания и питательные вещества?**

Пища — источник энергии и строительного материала. Пища необходима для поддержания жизни. Каждая клетка организма постоянно обновляется за счёт питательных веществ, приносимых кровью. Из них она черпает энергию для своей жизнедеятельности. Питание поддерживает пластический и энергетический обмен с окружающей средой.

Благодаря *пластическому обмену* происходит усвоение части питательных веществ. Из них строятся новые белки, жиры и углеводы, необходимые организму для восстановления утраченных клеток и их частей, для его роста и развития.

Другая часть питательных веществ используется для *энергетического обмена*. Вместе с пищей в организм поступают органические вещества, в молекулах которых содержится запас потенциальной химической энергии. В клетках организма животных и человека органические вещества подвергаются *биологическому окислению*: углеводы и жиры разлагаются до углекислого газа и воды, белки — до углекислого газа, воды и солей аммония. В результате этого процесса, происходящего в каждой клетке

тела, освобождается энергия, которая необходима для создания новых веществ, теплообразования, сокращения мышц, проведения нервных импульсов, для работы сердца и других внутренних органов.



Необходимые для жизни питательные вещества человек получает из пищи растительного и животного происхождения. Но в основе «пищевой пирамиды» находятся растения, поскольку, как вы уже знаете, они создают первичные органические вещества, используя энергию солнечного света. Пищевые белки, жиры и углеводы, как растительные, так и животные, не могут непосредственно поступить в кровь, так как являются чужеродными для организма. Для того чтобы питательные вещества были усвоены, необходимо расщепление их на составные части, из которых, как из строительных блоков, образуются новые органические соединения, специфичные для организма человека.

Кроме белков, жиров и углеводов с пищей к нам приходят и другие важные соединения, как органические, например витамины и другие биологически активные вещества, так и неорганические, например вода, минеральные соли.

Превращения пищевых веществ в ходе пластического обмена

В организм человека поступают	В пищеварительном канале распадаются и всасываются в кровь и лимфу	В клетке человека создаются
Пищевые белки	Аминокислоты	Собственные белки человека
Пищевые жиры	Глицерин и жирные кислоты	Собственные жиры человека
Сложные пищевые углеводы (крахмал и др.)	Глюкоза и другие простые сахара	Собственные углеводы человека (гликоген и др.)

Пищеварение — это сложный физиологический процесс в организме, обеспечивающий переваривание пищи, всасывание в кровь и усвоение её клетками. В ходе пищеварения происходит превращение крупных молекул пищи в более мелкие молекулы. Этот процесс осуществляется с помощью пищеварительных ферментов.

Процесс пищеварения складывается из следующих этапов:

1) механическая обработка пищи в ротовой полости и желудке, её размельчение и смешивание с пищеварительными соками;

2) расщепление углеводов, белков и жиров ферментами пищеварительных соков до элементарных органических соединений;

3) всасывание этих соединений в кровь и лимфу;

4) удаление непереваренных остатков из организма.

Органы пищеварения состоят из пищеварительного канала и пищеварительных желёз. *Пищеварительный канал* образуют ротовая полость, пищевод, желудок, кишечник. *Пищеварительными железами* называют те железы, которые находятся во внутренней стенке пищеварительного канала (например, железы желудка и кишечника), и те, которые связаны с пищеварительным каналом протоками: три пары слюнных желёз, печень и поджелудочная железа (рис. 91).

Снаружи органы пищеварительного канала покрыты соединительной тканью, изнутри — эпителиальной. Средний же, наиболее мощный слой стенки канала состоит из гладкой мышечной ткани. Исключение составляют начальная часть пищевода и нижняя часть прямой кишки, где гладкая мускулатура уступает место поперечнополосатой.

В *ротовой полости* пищу размельчают и перетирают *зубы*, смачивает *слюна*. Затем пища проглатывается и по пищеводу поступает в *желудок*, где частично расщепляется ферментами слюны и желудочного сока.

Из желудка пища попадает в первый отдел *тонкой кишки* — *двенадцатиперстную кишку*. Сюда впадает общий *проток печени* и *поджелудочной железы*. Здесь происходит обработка пищевой массы *желчью* и соком

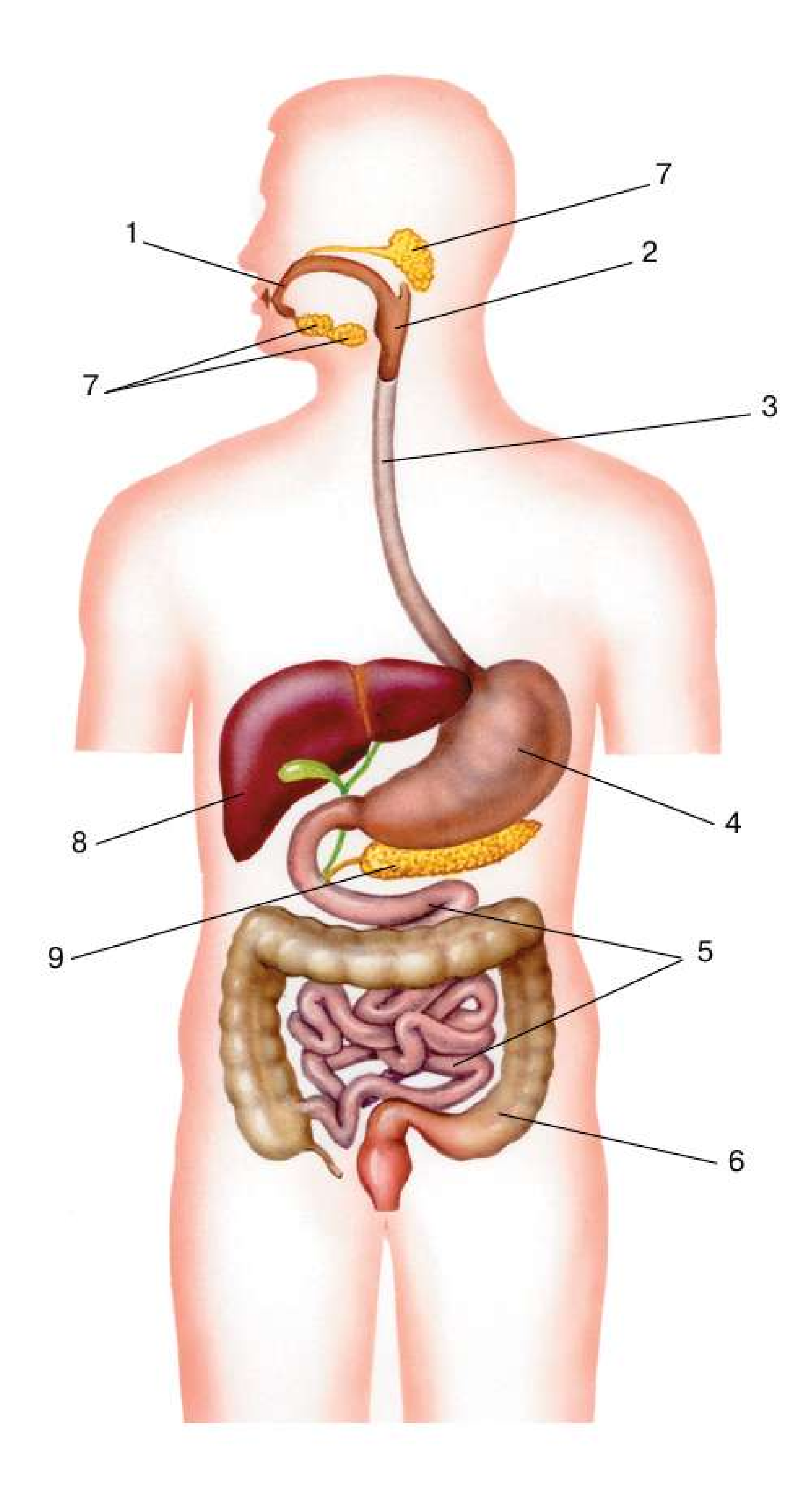


Рис. 91. Система органов пищеварения. Пищеварительный канал:
1 — ротовая полость; 2 — глотка; 3 — пищевод; 4 — желудок;
5 — тонкая кишка; 6 — толстая кишка. Пищеварительные железы
(кроме тех, которые находятся в стенках пищеварительного канала):
7 — слюнные железы; 8 — печень (с желчным пузырём, показанным зелёным цветом);
9 — поджелудочная железа

поджелудочной железы. Затем пищевая масса переходит в другие отделы тонкой кишки, где переваривание завершается и происходит всасывание питательных веществ в кровь и лимфу. Из тонкого кишечника пищевая масса переходит в толстый кишечник, где завершается всасывание воды, минеральных солей и водорастворимых витаминов. Остатки непереваренной пищи удаляются из организма.

Кишечник образует ряд петель. Он как бы подвешен на выростах задней стенки брюшины — *брыжейке*. Она состоит из двух листков соединительной ткани и охватывает кишку с двух сторон, образуя её соединительнотканную наружную оболочку. По брыжейке к кишечнику подходят кровеносные и лимфатические сосуды, нервы.

Гладкая мускулатура кишечника работает под управлением вегетативной нервной системы. Благодаря сокращениям мышц происходит *перистальтика* — последовательные сокращения и расслабления кишечной стенки, вызывающие перемещение пищевой массы.

В толстой кишке формируются каловые массы, всасываются остатки воды. Непереваренные остатки пищи удаляются из организма.

Продукты питания. Существуют продукты растительного происхождения, например крупы, фрукты, овощи, и продукты животного происхождения, например мясо, рыба, молочные продукты. Для полноценного существования организма необходимы также минеральные вещества (поваренная соль, микроэлементы), витамины и другие биологически активные вещества.

Питательные вещества. Продукты питания содержат питательные вещества: *белки*, *жиры*, *углеводы*, *витамины*, *минеральные соли* и *воду*[1]. Если рацион составлен правильно, то в продуктах питания содержатся все необходимые вещества в нужном количестве и в правильном соотношении. Наряду с ними должны быть и *балластные вещества*, например клетчатка, которые являются необходи-

[1] Минеральные соли, витамины и воду относят к питательным веществам, не обеспечивающим организм энергией.

мой средой для существования в желудочно-кишечном канале полезных микроорганизмов, а также раздражают рецепторы кишечной стенки, стимулирующие рефлексы, необходимые для продвижения пищи.

Значение кулинарной обработки пищи состоит в том, чтобы по возможности облегчить процесс пищеварения. В отличие от животных, человек для питания использует природные продукты, как правило, после предварительной обработки. Пищу варят, жарят, пекут, применяют различные вкусовые приправы. Это делает её не только вкуснее, но и доступнее для переваривания.

Организму нужны овощи, содержащие клетчатку и витамины, мясные продукты, богатые белками, жирами, жирорастворимыми витаминами и минеральными солями. В животных продуктах имеются необходимые для организма полноценные белки. Жиры в организм человека поступают как с животной, так и с растительной пищей. Сырые и варёные блюда должны чередоваться и взаимно дополнять друг друга. Питание должно строиться с учётом энерготрат, профессии и особенностей организма.

Большое влияние на характер питания оказывают национальные и религиозные традиции.

ПЛАСТИЧЕСКИЙ ОБМЕН, ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ОБМЕН, ПИЩЕВАРЕНИЕ, ПИТАТЕЛЬНЫЕ ВЕЩЕСТВА, ПИЩЕВЫЕ ПРОДУКТЫ, ПИЩЕВАРИТЕЛЬНЫЙ ТРАКТ, ПИЩЕВАРИТЕЛЬНЫЕ ЖЕЛЕЗЫ, БРЫЖЕЙКА, ПЕРИСТАЛЬТИКА, РАЦИОН, БАЛЛАСТНЫЕ ВЕЩЕСТВА.

Вопросы

1. Что такое питание?
2. В чём заключаются пластическая и энергетическая функции пищи?
3. Что такое пищеварение? Какую роль оно играет в питании?
4. Почему клетки не могут усваивать готовые пищевые белки, углеводы и жиры?
5. На какие составные части распадаются белки, жиры и сложные углеводы?
6. Какое понятие — «питание» или «пищеварение» — является более общим? Докажите свою точку зрения.

Задания

1. Перечислите пищеварительные железы.
2. Перечислите отделы пищеварительного канала.
3. Составьте и заполните схему «Строение пищеварительной системы».
4. Назовите, какие питательные и балластные вещества содержатся в следующих продуктах питания: мясо, морковь, лук, хлеб, молоко, поваренная соль.

§ 31. Пищеварение в ротовой полости

1. Как распознаётся качество пищи?
2. Какое значение имеет механическая и химическая обработка пищи?
3. Каковы строение и форма зубов?
4. Почему и как происходит смена зубов?
5. Как предупредить заболевания зубов?

Рецепторы вкуса. Пищеварительный тракт начинается с ротовой полости. Здесь происходит анализ пригодности пищи. *Рецепторы вкуса* расположены на языке и на поверхности ротовой полости. Благодаря им человек различает кислое, солёное, сладкое, горькое. Осознанное вкусовое различение происходит в коре больших полушарий головного мозга, куда поступают нервные импульсы от рецепторов языка. Благодаря вкусу, а также запаху, температурным и тактильным ощущениям (чувствительности к прикосновению), в ротовой полости осуществляется опробование пищи.

Механическая и химическая обработка пищи. В ротовой полости пища смачивается слюной и пережёвывается. Зубы разрывают, размельчают и перетирают пищу благодаря движению нижней челюсти относительно неподвижной верхней.

Параллельно с этим происходит рефлекторное отделение слюны околоушными, подъязычными и подчелюстными слюнными железами (рис. 92). Слюна содержит

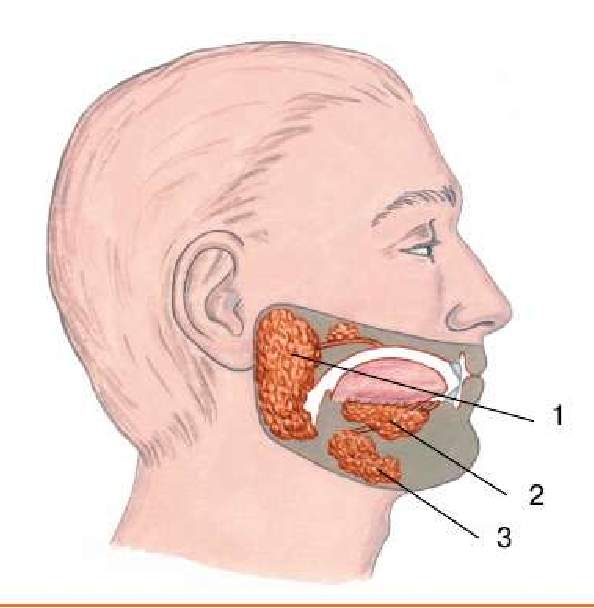


Рис. 92. Слюнные железы:
1 — околоушная; 2 — подъязычная;
3 — поднижнечелюстная

вещество муцин, склеивающее пищевые частицы и делающее их скользкими. Благодаря этому пищевой комок легко проходит по пищеводу. В слюне содержатся ферменты, которые расщепляют крахмал и другие углеводы. Эти ферменты действуют в слабощелочной среде, которую имеет слюна. На пищу разного состава выделяется слюна, соответствующая этому составу.

Строение зубов. Верхняя и нижняя челюсти имеют *ячейки* — углубления, в которых находятся зубы. Каждый зуб имеет *корень*, сидящий в ячейке челюстной кости, *шейку*, прикрытую десной, и *коронку*. Зуб состоит из плотного вещества *дентина*, а его коронку покрывает ещё более плотное вещество — *зубная эмаль*. Внутри зуба находится рыхлая соединительная ткань — *пульпа*, пронизанная кровеносными сосудами, питающими зубную ткань, и нервами. Находящиеся в зубе нервные окончания воспринимают давление и температуру, что позволяет регулировать процесс жевания (рис. 93, А).

Расположенные спереди *резцы* имеют острую поверхность и служат для откусывания пищи. *Клыки* у человека мало отличаются от резцов, что позволяет совершать боковые движения нижней челюстью, необходимые для речевой артикуляции. *Коренные зубы* имеют широкую и бугристую поверхность: они служат для разжёвывания и перетирания пищи (рис. 93, Б).



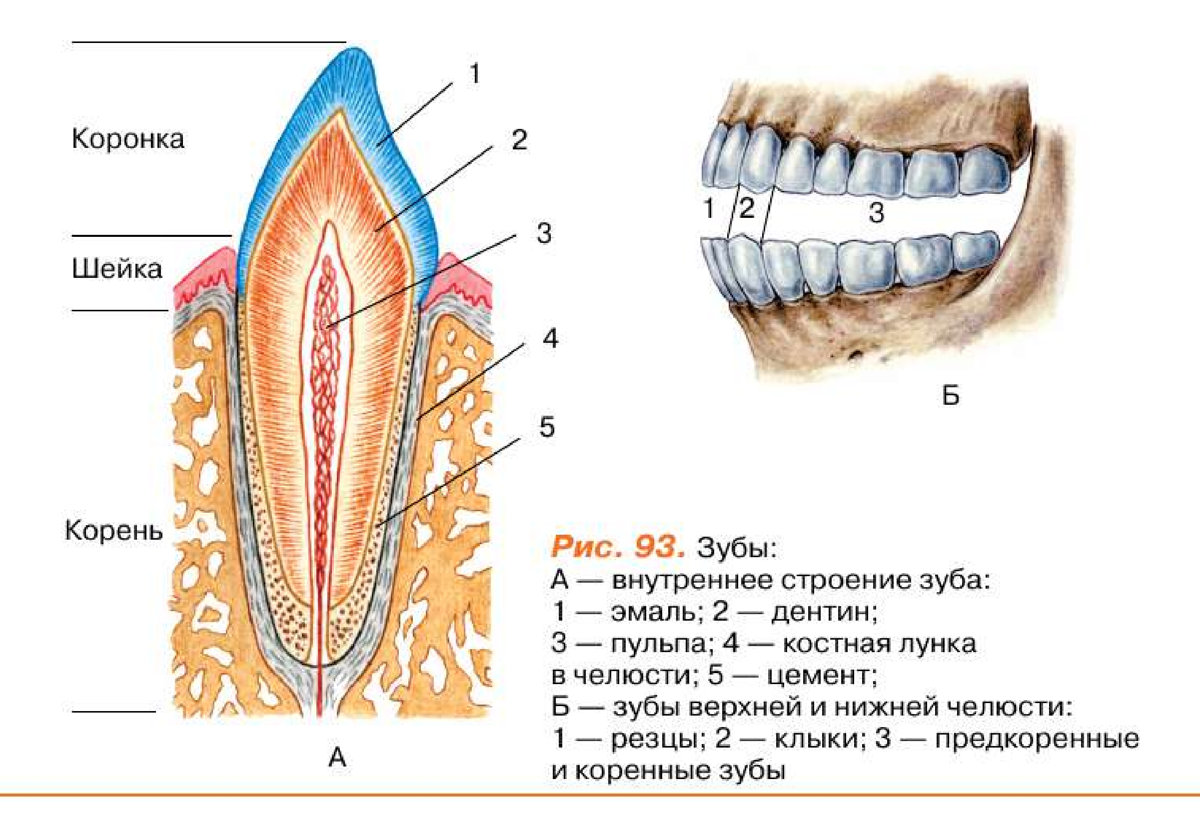


Рис. 93. Зубы:
А — внутреннее строение зуба:
1 — эмаль; 2 — дентин;
3 — пульпа; 4 — костная лунка в челюсти; 5 — цемент;
Б — зубы верхней и нижней челюсти:
1 — резцы; 2 — клыки; 3 — предкоренные и коренные зубы



Первые зубы появляются к 6—8 месяцам после рождения. Обычно к двум годам у ребёнка завершается развитие молочных зубов. Всего их 20: 8 резцов, 4 клыка и 8 предкоренных. С 5—7 лет начинается смена молочных зубов на постоянные, которая продолжается до 12—13 лет.

У взрослых людей 32 зуба: 8 резцов, 4 клыка, 8 предкоренных и 12 коренных — по 3 с каждой стороны сверху и снизу. Последние коренные зубы появляются в 17—20 лет. Поэтому их называют зубами мудрости.

Уход за зубами. Потребление сырых овощей и фруктов (например, моркови, яблок) способствует естественному очищению зубов. Однако оно, как правило, бывает недостаточным. В слюне содержатся различные минеральные соли и органические вещества. Смешиваясь с остатками пищи, они образуют налёт, который через определённое время твердеет и превращается в зубной камень. Для того чтобы этот налёт удалить, применяют зубную пасту или зубной порошок.

Чистить зубы рекомендуется два раза в день — утром и вечером. Щётку следует вести от десны к коронке. При боковых движениях слева направо и справа налево очищаются лишь верхние части коронок, что недостаточно. Кроме того, не проводится массаж дёсен, а без него они нередко начинают кровоточить. Чистить зубы необходимо не только с внешней, но и с внутренней стороны.

После еды нередко между зубами остаются частицы пищи. Их надо удалить зубочисткой из пластмассы или дерева. Можно воспользоваться зубной нитью. Металлическими предметами, например иголками, пользоваться нельзя: возможно повреждение эмали. После еды следует полоскать рот.

Заболевания зубов. Эмаль — твёрдое, но хрупкое вещество. Она легко разрушается, если после горячей пищи сразу употреблять холодную. Смена горячего и холодного воздуха происходит и при курении табака. Заглатывая горячий дым и обжигаясь, курильщик следом вдыхает холодный воздух, чтобы предотвратить ожог. Чем больше при этом контраст температур, тем большая вероятность повреждения эмали. Кроме того, табачный дёготь оседает на зубах, образуя жёлтый налёт, который через некоторое время превращается в зубной камень.

Нарушение эмали приводит к заболеванию *кариесом*. На месте повреждения образуется углубление — дупло. Оно постепенно доходит до пульпы зуба, и инфекция проникает в неё, вызывая воспаление — *пульпит*. Признаки пульпита — зубная боль, повышенная чувствительность зуба к температуре пищи. Если зуб вовремя не вылечить, он разрушится (рис. 94).

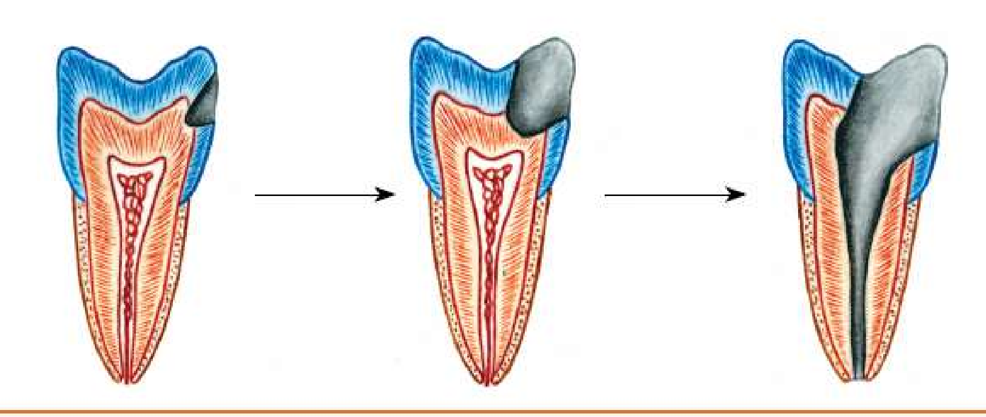


Рис. 94. Развитие кариеса

Большое разрушающее воздействие на зубы оказывает молочная кислота, образующаяся при брожении углеводов. Кроме того, сахар является хорошей средой для микробов, находящихся в полости рта. Вредно также грызть леденцы, орехи. Это может привести к механическим повреждениям зубов.

В эмаль зубов входят соединения фтора — фторапатиты — $Ca_5F(PO_4)_3$. При недостаточном (менее 0,5 мг/л питьевой воды) потреблении фтора эмаль начинает разрушаться. Для профилактики кариеса рекомендуется использовать зубные пасты с добавками фтора или употреблять фторированную воду (до концентрации 1 мг/л). Это может существенно снизить вероятность появления кариеса.

РОТОВАЯ ПОЛОСТЬ, РЕЦЕПТОРЫ ВКУСА, СЛЮННЫЕ ЖЕЛЕЗЫ, ЗУБЫ: КОРЕНЬ, ШЕЙКА, КОРОНКА; ЗУБНАЯ ЭМАЛЬ, ДЕНТИН, ЗУБНАЯ ПУЛЬПА; РЕЗЦЫ, КЛЫКИ, ПРЕДКОРЕННЫЕ И КОРЕННЫЕ ЗУБЫ, КАРИЕС, ПУЛЬПИТ.

Вопросы

1. Какие органы находятся в ротовой полости?
2. Каковы функции языка?
3. Где находятся коронка, шейка и корень зуба?
4. Каково внутреннее строение зуба?
5. Сколько у человека молочных зубов и сколько постоянных? Выясните у родителей, когда у вас появились первые молочные зубы. Сменились ли у вас все молочные зубы постоянными?
6. Как ухаживать за зубами?

Задания

1. Изучите зубы с помощью зеркала (работа выполняется дома). Рассмотрите свои зубы. Какая часть зуба видна? Какая часть находится в ячейке челюстной кости?
2. Найдите резцы, клыки и коренные зубы. Почему клыки человека сравнительно мало (по сравнению с хищными животными) отличаются от резцов? Объясните, с чем это связано.
3. Протрите зубы чистым носовым платком. Определите, есть ли на зубах налёт. С чем он связан? Почему его надо регулярно счищать?

4. Объясните, почему, если долго жевать кусок хлеба, во рту появляется сладкий вкус.
5. Используя дополнительную литературу и интернет-ресурсы, выясните, к каким последствиям может привести употребление воды с избыточным содержанием фтора.

Эксперименты

1. Определите положение околоушных слюнных желёз. Нажмите на щёки впереди и ниже ушей с левой и правой сторон. Почувствуете, как во рту появляется слюна.
2. Определите места положения поднижнечелюстных слюнных желёз. Нажмите под нижней челюстью с левой и правой сторон, отступя на 2—3 см от её углов к центру, пока не почувствуете, как ротовая полость наполняется слюной.
3. Обнаружьте выход протока подъязычной слюнной железы. Подъязычная железа лежит глубоко. Её прощупать не удаётся, но зато легко обнаруживается устье протока этой железы. Он находится у основания уздечки языка. Если резко приподнять язык вверх, то иногда можно увидеть небольшой фонтанчик слюны.

§ 32. Пищеварение в желудке и двенадцатиперстной кишке. Действие ферментов

1. Как пища попадает в желудок?
2. Как изменяется в желудке пищевой комок?
3. Почему при переваривании белков в желудке сам желудок не страдает?
4. Как пища попадает в двенадцатиперстную кишку?
5. Как изменяются в ней белки, жиры и углеводы?
6. Как работают пищеварительные ферменты?

Желудок. Сформировавшийся в ротовой полости пищевой комок через глотку попадает в *пищевод*. Устье пищевода снабжено сфинктером — кольцевыми мышцами, кото-

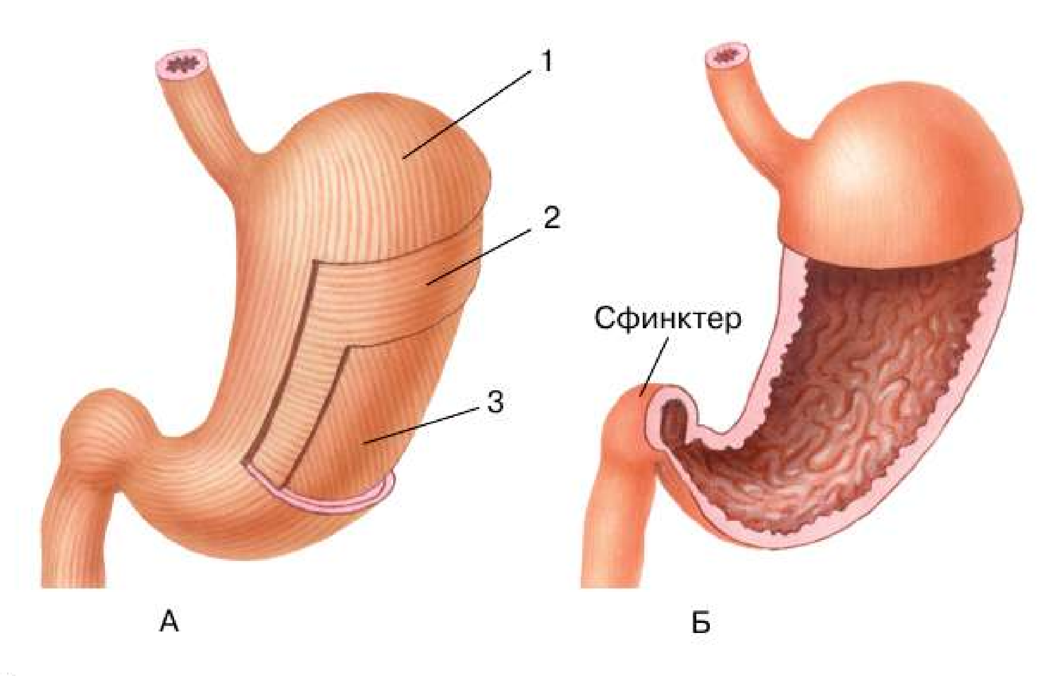


Рис. 95. Желудок:
А — мышечные слои желудка: 1 — наружный продольный слой;
2 — средний круговой слой; 3 — внутренний косой слой;
Б — внутренняя слизистая поверхность желудка (виден сфинктер)

рые препятствуют обратному движению пищи из желудка в пищевод. В желудок пища попадает измельчённой и пропитанной слюной. С наружной поверхности пищевой комок подвергается действию *желудочного сока*, а внутри его ещё в течение некоторого времени продолжают работать ферменты слюны. Постепенно пищевой комок распадается и превращается в кашицу.

Желудок — самая широкая часть пищеварительного канала (рис. 95). Он располагается под диафрагмой в левой части живота. Форма и размеры желудка изменяются в зависимости от объёма принятой пищи. Желудок взрослого человека может вместить до 3 л пищи.

В слизистой оболочке желудка находится множество мелких желёз (рис. 96). Одни из них выделяют слизь, которая защищает стенки желудка от действия на них желудочного сока и раздражающих веществ пищи, другие выделяют соляную кислоту. Так называемые главные железистые клетки секретируют в полость желудка пищеварительные ферменты в неактивной форме. Основной из них *пепсиноген*. Под действием соляной кислоты фермент переходит в активную форму — *пепсин* и рас-

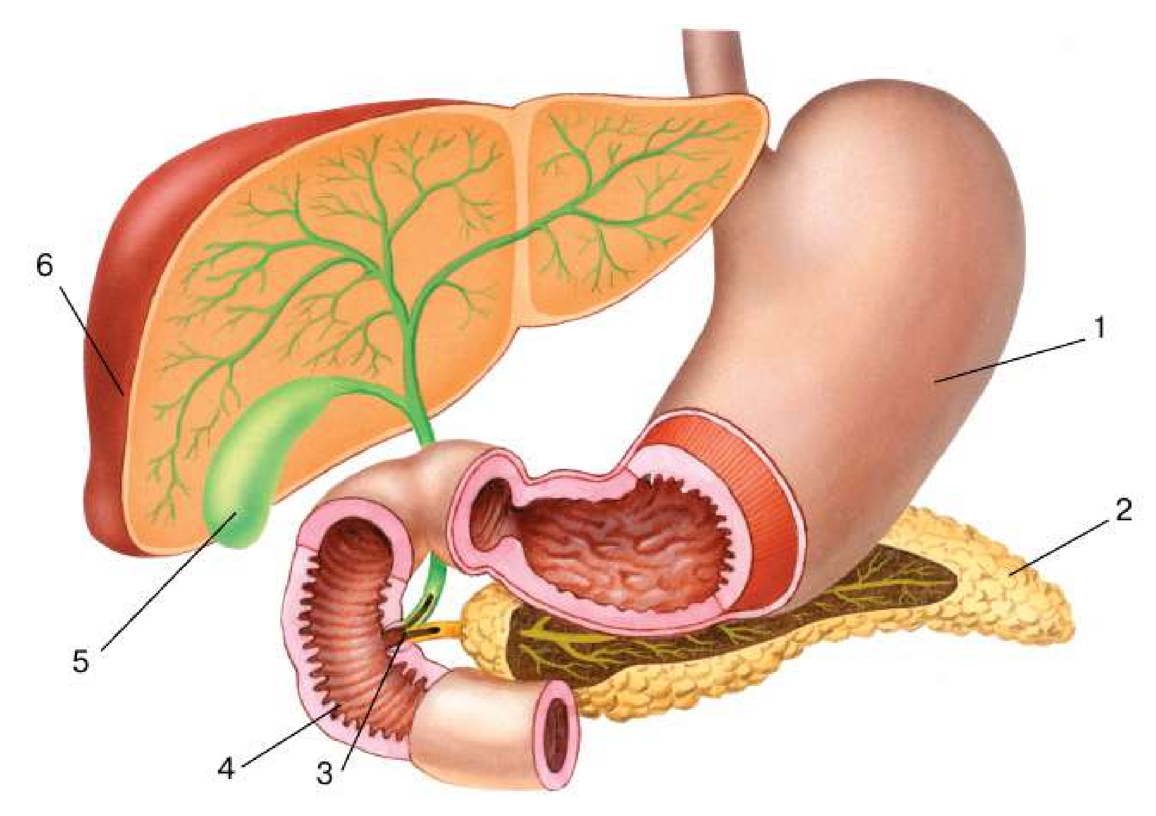


Рис. 97. Расположение печени, желудка и поджелудочной железы: 1 — желудок; 2 — поджелудочная железа; 3 — общий проток поджелудочной железы и желчевыводящих путей, ведущий в двенадцатиперстную кишку; 4 — двенадцатиперстная кишка; 5 — желчный пузырь; 6 — печень

ной кишки, тощей кишки, подвздошной кишки. В стенке тонкого кишечника имеется два слоя гладких мышц: наружный — продольный и внутренний — кольцевой. Вся тонкая кишка имеет длину 5—6 м, двенадцатиперстная кишка — 27—30 см (рис. 97).

Если в желудке на пищевой комок действовал желудочный сок, то в тонком кишечнике — кишечный сок. Кишечный сок — это продукт совместной деятельности поджелудочной железы, печени и желёз, расположенных в стенках тонкого кишечника. В период интенсивной работы тонкого кишечника кишечный сок имеет щелочную реакцию (pH $\approx$ 8,2) и содержит слизь, желчь и пищеварительные ферменты, расщепляющие все группы органических веществ.

Сок поджелудочной железы и желчь из печени поступают в двенадцатиперстную кишку по общему протоку. Пищеварительный сок поджелудочной железы содержит ферменты, расщепляющие белки, жиры и углево-

ды. *Желчь* — это зеленовато-жёлтая жидкость горького вкуса. Под её воздействием жиры распадаются на мельчайшие капельки, так что общая их поверхность увеличивается. В таком виде они становятся более доступны и для действия ферментов. Желчь стимулирует секреторную деятельность поджелудочной железы. Нейтрализуя кислую среду пищевого комка, поступившего из желудка, желчь активизирует некоторые ферменты поджелудочной железы, в частности *липазу*, которая участвует в расщеплении жиров. Неактивный фермент поджелудочной железы *трипсиноген* переходит в активную форму — *трипсин* под действием фермента, выделяемого эпителием кишки. Трипсин расщепляет пептиды до аминокислот.

Пищеварительные ферменты. Ферменты — это биологические катализаторы, представляющие собой белки сложного строения. Пищеварительные ферменты наиболее активны при температуре 37—39 °С. Вещество, на которое действует фермент, называют *субстратом*. Каждый фермент обладает специфичностью, то есть действует на строго определённый субстрат. При этом каждый фермент работает только при определённых условиях: ферменты слюны — в слабощелочной среде; ферменты желудка — в кислой среде; ферменты поджелудочной железы — в слабощелочной среде. При кипячении ферменты, как и другие белки, разрушаются и теряют активность.

Микроорганизмы кишечника. В организме здорового человека можно обнаружить более 300 видов микроорганизмов. Бóльшую их часть составляют бактерии, живущие в кишечнике и влияющие на процессы пищеварения. К сожалению, вместе с пищей и водой в организм человека проникают и болезнетворные бактерии. Им противостоят две группы полезных бактерий: *бифидобактерии* и *лактобактерии*. Эти бактерии подавляют развитие гнилостных и болезнетворных микроорганизмов. Лактобактерии также контролируют процесс восстановления слизистой оболочки пищеварительного тракта. Кроме того, в кишечнике человека присутствуют *кишечные палочки* — бактерии, которые сдерживают размножение вредных микроорганизмов, выделяют ферменты, способствующие пищеварению, а также синтезируют некоторые витамины.

При неправильном питании или необоснованном применении антибиотиков микробное равновесие в кишечнике нарушается, активизируется гнилостная или бродильная микрофлора. Возникает заболевание — *дисбактериоз*.

При дисбактериозе происходит усиленное образование кишечных газов, нарушается всасывание воды в толстой кишке, снижается эффективность пищеварения. Самочувствие человека ухудшается также вследствие отравления организма продуктами жизнедеятельности вредных микроорганизмов.

ПИЩЕВОД, ЖЕЛУДОК, ПЕПСИН, СФИНКТЕР, ДВЕНАДЦАТИПЕРСТНАЯ КИШКА, ПОДЖЕЛУДОЧНАЯ ЖЕЛЕЗА, ТРИПСИН, ПЕЧЕНЬ, ЖЕЛЧЬ, ФЕРМЕНТ, СУБСТРАТ, КИШЕЧНЫЕ ПАЛОЧКИ, БИФИДОБАКТЕРИИ, ЛАКТОБАКТЕРИИ, ДИСБАКТЕРИОЗ.

Вопросы

1. Как пищевой комок попадает в желудок?
2. Какую функцию выполняет внутренний железистый слой желудка?
3. Каково значение соляной кислоты в составе желудочного сока?
4. Какую функцию выполняет мышечный слой стенки желудка?
5. Как пища попадает в двенадцатиперстную кишку?
6. Продукты каких желёз поступают в двенадцатиперстную кишку?
7. Каковы функции желчи, выделяемой печенью?
8. Назовите известные вам пищеварительные ферменты.
9. Подумайте, будет ли действовать пепсин, если соляную кислоту желудочного сока нейтрализовать щёлочью.
10. Каково значение кишечных палочек, живущих в кишечнике?

Задания

1. Сравните процессы пищеварения, проходящие в ротовой полости, желудке и тонком кишечнике. Сведите известную вам информацию в таблицу и проанализируйте её.
2. Иногда желудочный сок из желудка попадает в пищевод, раздражая его слизистую оболочку. Как называют подобное явление? Что при этом испытывает человек? Используя дополнительную литературу и интернет-ресурсы, выясните причины и возможные последствия этого нарушения.
3. Вспомните из материала предыдущих курсов биологии, какие млекопитающие имеют желудки более сложного, чем у человека,

строения, например четырёхкамерные. Объясните, чем вызваны такие отличия в строении пищеварительной системы у представителей одного класса.

4. Объясните, почему лечение антибиотиками может привести к нарушению функции кишечника.



Лабораторная работа

Действие слюны на крахмал

Оборудование: накрахмаленный бинт, нарезанный на куски длиной 10 см, вата, спички, блюдце, раствор иода (5%-й), вода.

Предварительные пояснения. Цель этого опыта — показать, что ферменты слюны способны расщеплять крахмал. Известно, что крахмал с иодом даёт интенсивное синее окрашивание, по которому нетрудно узнать, где крахмал сохранился. При обработке крахмала ферментами слюны он разрушается, если ферменты активны. В этих местах крахмала не остаётся, поэтому они не окрашиваются иодом и остаются светлыми.

Ход работы

1. Приготовьте реактив на крахмал — иодную воду. С этой целью в блюдце налейте воду и добавьте несколько капель иода (аптечный 5%-й спиртовой раствор) до получения жидкости цвета крепко заваренного чая.
2. Намотайте на спичку вату, смочите её слюной, а затем этой ватой со слюной напишите букву на накрахмаленном бинте.
3. Расправленный бинт зажмите в руках и подержите его некоторое время, чтобы он нагрелся (1—2 мин).
4. Опустите бинт в иодную воду, тщательно расправив его. Участки, где остался крахмал, окрасятся в синий цвет, а места, обработанные слюной, останутся белыми, так как крахмал в них распался до глюкозы, которая под действием иода не даёт синего окрашивания. Если опыт прошёл успешно, на синем фоне получится белая буква.

Ответьте на вопросы

1. Что было субстратом, а что — ферментом, когда вы писали букву на бинте?
2. Могла ли получиться синяя буква на белом фоне при проведении этого опыта?
3. Будет ли слюна расщеплять крахмал, если её прокипятить?

§ 33. Всасывание. Роль печени. Функции толстого кишечника

1. Где происходит всасывание?

2. Каковы строение и функция ворсинок кишечника?

3. Что происходит с всосавшимися веществами в печени?

4. Каковы функции толстой кишки?

Всасывание. Всасывание — это поступление различных веществ в кровь и лимфу. В пищеварительной системе происходит всасывание продуктов расщепления питательных веществ. Это очень важный процесс, потому что именно таким путём организм получает все необходимые ему вещества и энергию.

В разных частях пищеварительного тракта всасывание происходит по-разному. Например, вода и растворённые в ней минеральные соли могут всасываться на протяжении всего желудочно-кишечного тракта: в рото-

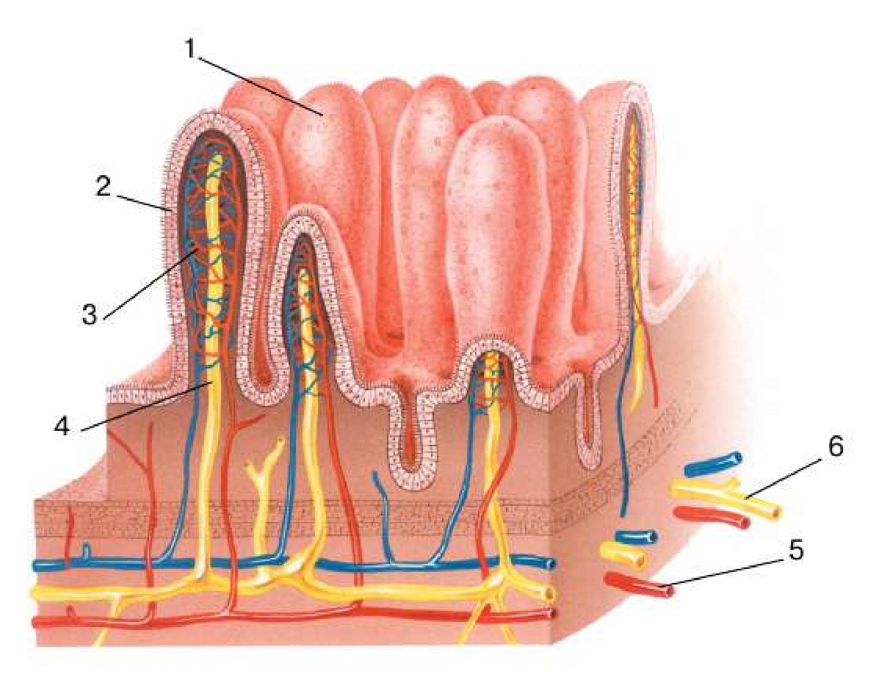


Рис. 98. Строение кишечных ворсинок:
1 — кишечная ворсинка; 2 — однослойный эпителий;
3 — кровеносные капилляры; 4 — лимфатический капилляр;
5 — кровеносный сосуд; 6 — лимфатический сосуд

вой полости, желудке, тонком и толстом кишечнике. В желудке в небольшом количестве всасываются также глюкоза и аминокислоты. Однако большинство питательных веществ проникает в кровь и лимфу через стенку тонкого кишечника в тощей и подвздошной кишке.

Всасывание питательных веществ происходит в *кишечных ворсинках*, которые являются выростами кишечной стенки. Ворсинок так много, что внутренняя поверхность кишечника кажется бархатистой (рис. 98, 99).

В каждую ворсинку входят нервы, кровеносные сосуды (артериола и венула, связанные сетью капилляров) и слепо оканчивающийся лимфатический капилляр. Продукты расщепления крахмала (глюкоза) и расщепления белков (аминокислоты) поступают в кровь. Продукты расщепления жиров (глицерин и жирные кислоты) поглощаются эпителием и превращаются в его клетках в жировые вещества, характерные для данного организма. Эти жировые вещества поступают в лимфатические сосуды, которые находятся в центре ворсинки.

Вода, некоторые соли (хлориды) и ряд витаминов всасываются пассивно — путём диффузии или осмоса. А вот проникновение аминокислот, глюкозы, ионов кальция и некоторых других веществ требует затрат энергии и протекает благодаря активной деятельности клеток ворсинок.



Рис. 99. Ворсинки тонкого кишечника (микрофотография)

Глюкоза и аминокислоты, поступившие в кровь, направляются к печени. Жир, минуя печень, следует в жировые депо организма, например в подкожную клетчатку.

Печень и её роль в организме. Наряду с синтезом желчи печень выполняет множество других важнейших функций. Кровеносные сосуды, отходящие от кишечника и желудка, впадают в *воротную вену*. Она несёт кровь в печень (рис. 100). В ней венозная кровь, поступившая из кишечника, снова растекается по капиллярам. Из крови, находящейся в них, извлекаются и обезвреживаются вредные вещества. Из поступивших аминокислот отбираются вещества, нужные организму, а остальные либо теряют аммиак и превращаются в углеводы и жиры, либо используются для создания других аминокислот, недостающих организму. В печени синтезируются не все аминокислоты. Те из них, которые синтезироваться в организме не могут, называют *незаменимыми*, их недостаток в пище ведёт к нарушениям обмена веществ.

Печень задерживает разрушенные эритроциты. Содержащийся в них гемоглобин используется для выработки *желчи*. Ядовитые соли аммония, образующиеся в результате окисления белков, в печени преобразуются в *мочевину* — менее токсичное вещество, которое выводится с мочой.

Печень участвует в поддержании постоянства содержания глюкозы в крови. Если воротная вена приносит слишком много глюкозы, печень задерживает её излишки и превращает их в нерастворимое соединение — *гликоген*. При недостатке глюкозы в крови гликоген печени преобразуется в глюкозу, которая поступает в кровь. Воротная вена может приносить в печень различное количество глюкозы, но в печёночную вену (а затем и во все клетки организма) поступает относительно постоянное количество глюкозы.

Толстый кишечник. У человека толстый кишечник имеет длину 1,5—2 м, ширину 4—7 см и состоит из нескольких отделов: *слепой, ободочной, сигмовидной* и *прямой кишки*. Слизистая оболочка толстого кишечника лишена ворси-

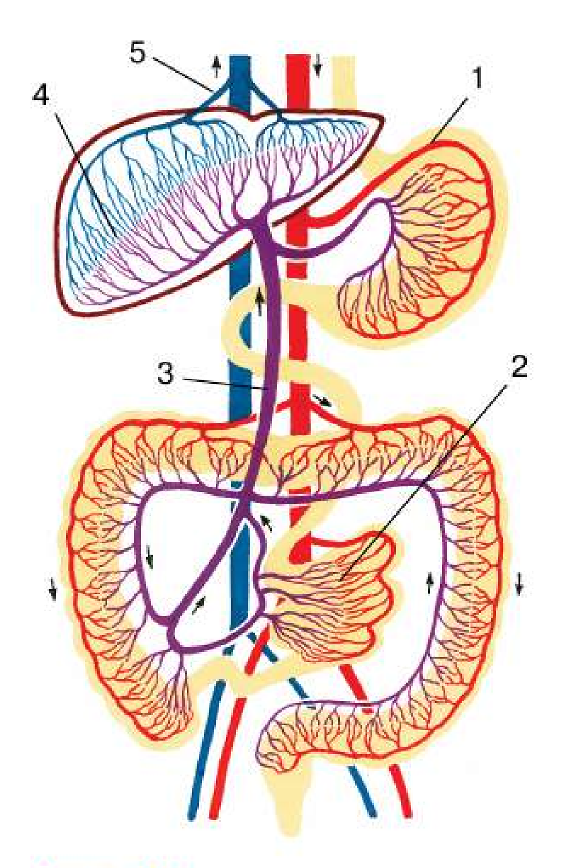


Рис. 100. Воротная система печени:
1 — желудок; 2 — кишечник;
3 — воротная вена; 4 — печень;
5 — печёночная вена

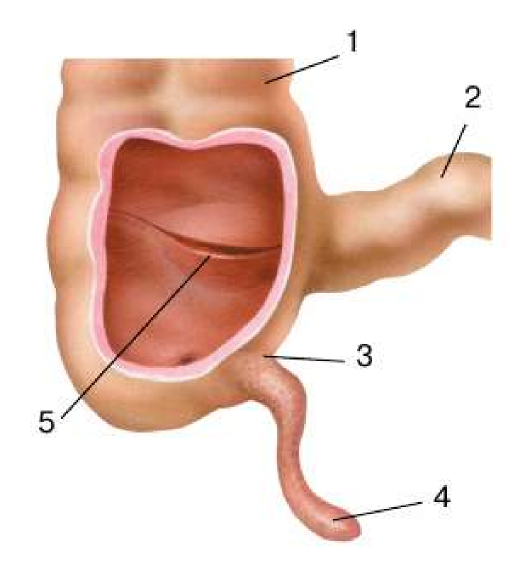


Рис. 101. Слепая кишка с аппендиксом:
1 — толстая кишка;
2 — тонкая кишка;
3 — слепая кишка;
4 — аппендикс;
5 — заслонка толстой кишки (препятствие возвращению пищевой кашицы в тонкую кишку)

нок, образует складки и содержит железы, выделяющие слизь. Поскольку через мембрану клетки питательные вещества могут проникать лишь в растворённом виде, по ходу пищеварительного канала пища последовательно разбавляется водой. Она содержится в слюне, желудочном, поджелудочном и кишечном соках, а также в желчи. Главная функция толстой кишки состоит в том, чтобы отделить оставшуюся воду от непереваренных остатков пищи. Вода в толстой кишке всасывается в кровь, непереваренные остатки уплотняются. Формируются каловые массы, которые через прямую кишку удаляются из организма.

От начального отдела толстого кишечника — слепой кишки отходит червеобразный отросток — *аппендикс* (рис. 101). У травоядных животных слепая кишка достигает большого размера. В ней поселяются мик-

роорганизмы, разрушающие клетчатку, а также другие трудноперевариваемые вещества растительной пищи, и аппендикс играет в этом процессе важную роль. Для человека же в связи с иным характером питания эта функция аппендикса большого значения не имеет.

Воспаление аппендикса — *аппендицит*. Он проявляется болью в правой нижней части живота. У человека повышается температура тела, может возникнуть рвота. Необходимо немедленно обратиться к врачу, так как из воспалённого аппендикса инфекция может попасть в брюшную полость и вызвать опасное для жизни воспаление — *перитонит*. До прихода врача больному нельзя давать слабительные, ставить на живот грелку, применять клизму и обезболивающие препараты. От еды следует воздерживаться до выяснения диагноза.

ВСАСЫВАНИЕ, КИШЕЧНАЯ ВОРСИНКА, ПЕЧЕНЬ, МОЧЕВИНА, ГЛЮКОЗА, ГЛИКОГЕН, ТОЛСТЫЙ КИШЕЧНИК, СЛЕПАЯ КИШКА, АППЕНДИКС, АППЕНДИЦИТ, ПЕРИТОНИТ.

Вопросы

1. Как устроена и как функционирует кишечная ворсинка? Изобразите схематично её строение.
2. Эпителий ворсинки всасывает глицерин и жирные кислоты, а из них синтезирует жир. Отличается ли он от пищевого жира? Объясните свою точку зрения.
3. Почему толстый кишечник получил такое название? Какие отделы в нём выделяют?
4. Как печень поддерживает постоянство состава внутренней среды организма?
5. Где находится слепая кишка с аппендиксом?

Задания

1. Сравните строение тонкого и толстого кишечника и процессы, происходящие в них. Как взаимосвязаны особенности строения и функционирования этих отделов пищеварительного тракта?
2. Назовите симптомы аппендицита. Перечислите, что нельзя делать при подозрении на аппендицит.
3. Составьте и заполните таблицу «Органы пищеварительной системы человека и их функции».

§ 34. Регуляция пищеварения

1. Какие методы были использованы И. П. Павловым для изучения пищеварения?

2. Чем различаются безусловные и условные рефлексы?

3. Как возникает чувство голода и насыщения?

4. Как осуществляется гуморальная регуляция пищеварения?

Нервная регуляция пищеварения происходит рефлекторно. Это удалось установить с помощью фистульной методики, усовершенствованной Иваном Петровичем Павловым (1849—1936). За работы по изучению пищеварения он получил Нобелевскую премию.

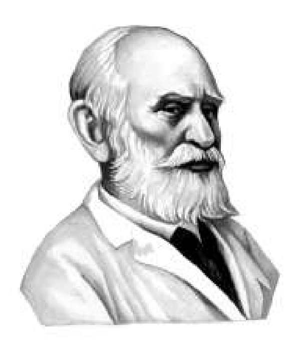
Фистула — искусственно созданное отверстие для выведения наружу продуктов, находящихся в полостных органах или железах. Так, для того чтобы исследовать выделения слюнной железы, И. П. Павлов выводил один из её протоков наружу и собирал слюну (рис. 102). Это давало возможность получить её в чистом виде и исследовать состав. Было выяснено, что слюна выделяется как при попадании пищи в ротовую полость, так и при её виде, но при условии, если животному знаком вкус этой пищи.

По предложению И. П. Павлова рефлексы были разделены на безусловные и условные.

Безусловные рефлексы — врождённые рефлексы, свойственные всем особям данного вида. С возрастом они могут меняться, но по строго определённой программе, одинаковой для всех особей этого вида. Безусловные рефлексы — это реакция на жизненно важные события: пищу, опасность, боль и т. д.

Условные рефлексы — это рефлексы, приобретённые в течение жизни. Они дают возможность организму приспособиться к меняющимся условиям, накапливать жизненный опыт.

Опыты по фистульной методике показали, что раздражение вкусовых рецепторов вызывает секрецию не только слюны, но и желудочного сока. Поэто-



Иван Петрович Павлов

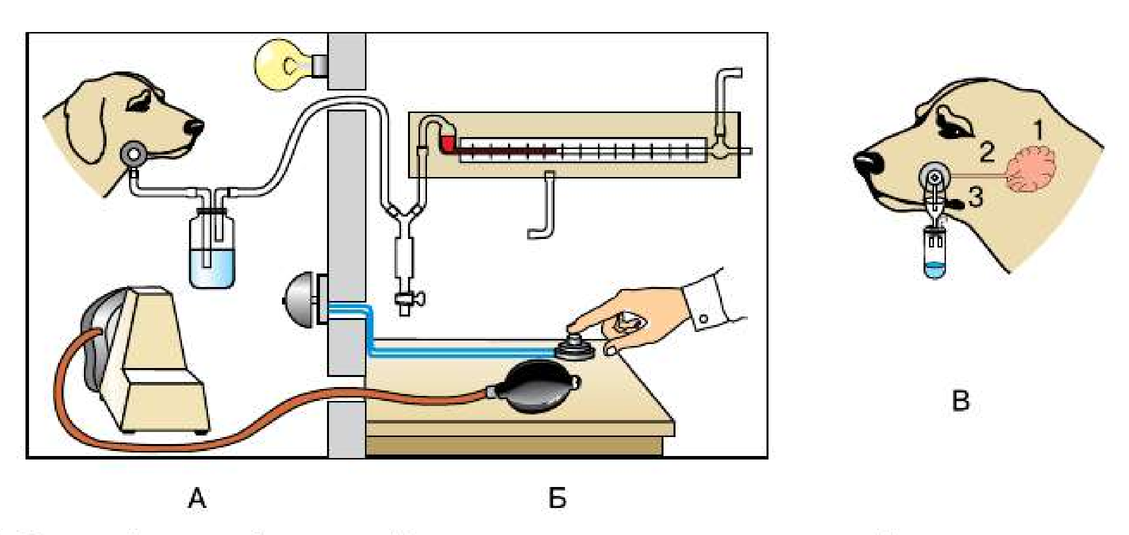


Рис. 102. Собака с фистулой слюнной железы в звуконепроницаемой камере:
А — камера; Б — помещение для экспериментатора;
В — собака с фистулой слюнной железы: 1 — слюнная железа; 2 — проток железы, выведенной наружу; 3 — воронка для сбора слюны

му пища, смешанная со слюной, попадает не в пустой желудок, а в желудок, уже подготовленный к её приёму, то есть наполненный пищеварительным соком. Это было показано И. П. Павловым в опытах с *мнимым кормлением*. Собаке перереза́ли пищевод и оба конца выводили наружу. Когда животное ело, пища вываливалась из отверстия в пищеводе. Содержимое желудка выводилось наружу с помощью специальной трубки (рис. 103).

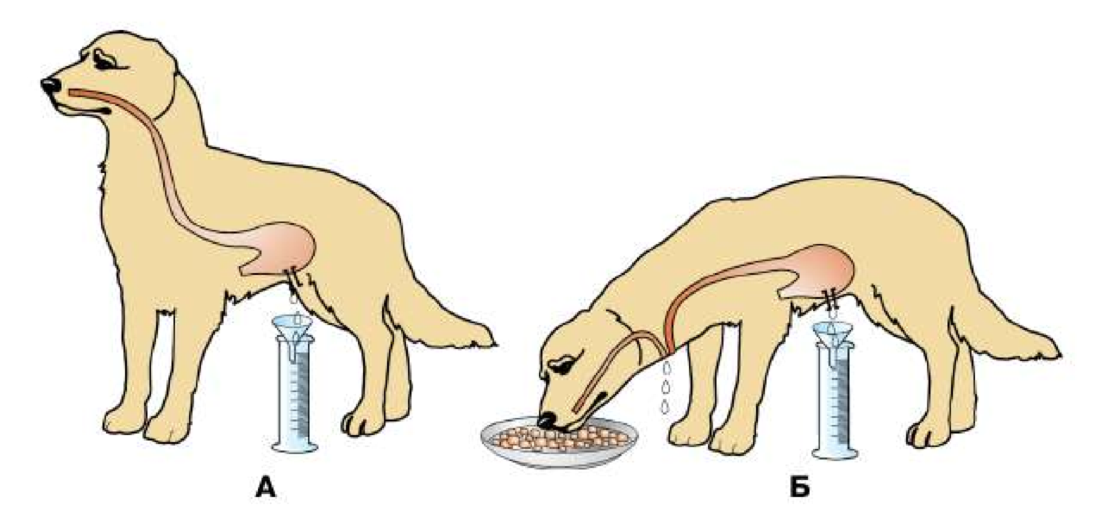


Рис. 103. Мнимое кормление:
А — фистула желудка; Б — мнимое кормление. У собаки перерезан пищевод, оба края вшиты в кожу. Проглоченная пища в желудок не попадает — вываливается через отверстие наружу, но желудочное сокоотделение идёт

Несмотря на то что в желудок пища не попадала, секреция желудочного сока всё равно в нём происходила. Более того, если собака была голодна, то любой сигнал, связанный с едой, вызывал как отделение слюны, так и отделение желудочного сока. Это условно-рефлекторное отделение желудочного сока И. П. Павлов назвал *аппетитным соком*.

Когда же пища попадает в желудок и растягивает его, пищевое возбуждение завершается и сменяется ощущением насыщения. Оно наступает раньше, чем кровь обогатится питательными веществами. Следовательно, существует тормозной рефлекс на наполнение желудка, предохраняющий от переедания.

Гуморальная регуляция пищеварения. После того как питательные вещества всосутся в кровь, начинается гуморальное отделение желудочного сока. Среди питательных веществ имеются биологически активные вещества, которые, например, содержатся в овощных и мясных отварах. Продукты их расщепления через слизистую оболочку желудка всасываются в кровь. С током крови они попадают к железам желудка, и те начинают усиленно выделять желудочный сок. Это позволяет обеспечить длительное сокоотделение: белки перевариваются медленно, иногда в течение 6 ч и более.

Таким образом, регуляция деятельности всех отделов пищеварительной системы осуществляется нейрогуморальным путём.

ФИСТУЛА, БЕЗУСЛОВНЫЕ РЕФЛЕКСЫ, УСЛОВНЫЕ РЕФЛЕКСЫ, МНИМОЕ КОРМЛЕНИЕ, АППЕТИТНЫЙ СОК, ГУМОРАЛЬНОЕ СОКООТДЕЛЕНИЕ ЖЕЛУДОЧНЫХ ЖЕЛЁЗ.

Вопросы

1. Слюноотделение у собаки на вид кормушки с пищей — рефлекс условный или безусловный?
2. Как возникает ощущение насыщения?
3. Как осуществляется гуморальная регуляция желудочного сокоотделения?

Задания

1. Почему многие врачи-диетологи советуют вставать из-за стола с лёгким чувством голода? Согласны ли вы с этой рекомендацией? Докажите свою точку зрения.
2. Используя дополнительную литературу и ресурсы Интернета, подготовьте сообщение или презентацию о работах российского физиолога И. П. Павлова, посвященных изучению процессов пищеварения и его регуляции.

§ 35. Гигиена органов пищеварения. Предупреждение желудочно-кишечных инфекций

1. Как сохранить аппетит?
2. Чем и как питаться?
3. Как соблюдать правильный рацион?
4. Как предупредить отравление пищевыми продуктами?
5. Как уберечься от кишечных инфекций: ботулизма, сальмонеллёза, холеры, дизентерии?



Правила приёма пищи. Для полноценного усвоения питательных веществ необходимо, чтобы пища имела привлекательный вид, приятный запах и вкус. Такая пища вызывает аппетит и способствует выделению пищеварительных соков. Отделению пищеварительных соков способствует и постоянное время приёма пищи (условный рефлекс на время).

В начале еды полезно употреблять блюда, усиливающие сокоотделение, такие как салат, винегрет, бульон. Есть сладости не рекомендуется, так как они снижают аппетит. На пустой желудок вредно пить крепкий кофе и крепкий чай, поскольку содержащийся в них кофеин стимулирует отделение желудочного сока, что полезно лишь в случае, когда пища находится в желудке. Когда её там нет, желудочный сок может раздражать стенку желудка.

Пищу необходимо тщательно пережёвывать. Тогда она лучше пропитается слюной, и в желудок не попадут грубые частицы, которые могут раздражать, а то и повредить слизистую оболочку. Кроме того, при еде наспех ухудшается отделение пищеварительных соков. Во время еды вредно отвлекаться, заниматься посторонними делами.

Пища не должна быть слишком горячей (температура не выше 50 °С). В противном случае возможны ожоги пищевода и желудка, что может привести к хроническому их воспалению. Слизистую оболочку пищевода и желудка раздражают также горчица, перец, уксус, лук, если их употреблять в больших количествах. Содержащиеся в них вещества раздражающе действуют также на печень и почки.

Опасно для слизистой желудка и постоянное сухоядение, то есть питание преимущественно бутербродами — хлебом с маслом, сыром, колбасой без горячих блюд (супа, каши, варёных овощей).

В пище обязательно должны содержаться вещества, стимулирующие моторику кишечника. Они способствуют своевременному удалению непереваренных остатков пищи. Таким действием обладают ржаной хлеб, капуста, свёкла, морковь, салат, слива, а также молочные продукты (кефир, простокваша).

Последний приём пищи должен быть не позже чем за полтора часа до сна. В противном случае сон нарушается. Кроме того, еда на ночь способствует увеличению массы тела.

Кишечные инфекции и их предупреждение. Пища по возможности должна быть свежеприготовленной.

Недоброкачественная пища обычно приобретает неприятный вид, запах и цвет. Однако это происходит не всегда. Нередко заражённая микроорганизмами пища не утрачивает своих внешних качеств и потому представляет опасность. Именно поэтому на различных пищевых продуктах указывают срок годности. Необходимо всегда обращать на него внимание.

Следует проявлять осторожность с консервированными продуктами. Если консервная банка хотя бы немного вздута («бомбаж»), употреблять в пищу её содержимое нельзя. «Бомбаж» возникает из-за того, что при разло-

жении содержимого банки бактериями гниения или брожения выделяются газы. Среди бактерий могут быть и смертельно опасные для человека виды, например бактерия ботулизма.

Возбудители ботулизма (споры) живут в почве, а также в кишечнике крупного рогатого скота, свиней, лошадей, грызунов, не вызывая у них заболеваний. Из почвы или вместе с навозом споры бактерий могут попасть на овощи, грибы и другие продукты. Бактерии, вызывающие ботулизм, могут заражать водоёмы и рыбу, находящуюся в них. Развиваются эти микробы при отсутствии воздуха (анаэробы), поэтому они легко выживают в наглухо закрытых сосудах: в консервных и герметически закрытых стеклянных банках. Споры бактерий чрезвычайно устойчивы. Они гибнут только после кипячения в течение нескольких часов. При консервировании в домашних условиях фруктов, грибов, рыбы и т. д. в плотно закрытом сосуде без доступа воздуха эти споры могут «прорасти» и дать начало новым бактериальным клеткам. Отравление наступает при попадании в организм боту-лотоксина — сильнейшего яда, вырабатываемого этими бактериями.

Заболевание ботулизмом развивается обычно через 12—24 ч после приёма заражённой пищи. Иногда признаки отравления могут проявиться раньше или позже этого срока. Болезнь начинается с головной боли, тошноты, рвоты, болей в животе. Температура тела обычно не поднимается. Через 1—2 суток наступает расстройство



Рис. 104. Возбудители сальмонеллёза — палочковидные бактерии сальмонеллы (микрофотография)

Дизентерия — тоже весьма заразное и опасное заболевание. Ею можно заболеть, съев заражённую пищу, выпив воду из сомнительного источника или вымыв в нём посуду, овощи, руки. *Дизентерийная палочка* поражает толстую кишку. Переносчиками инфекции могут быть мухи.

Инкубационный период дизентерии длится 2—5 суток, после чего температура повышается до 38—39 °С, появляются боли в мышцах и суставах, головная боль и схваткообразные боли в левой половине живота. Стул учащается, иногда он имеет неудержимый характер, в нём появляется слизь, иногда кровь.

Гельминтозы. *Гельминтозы* — это заболевания человека, вызванные паразитическими червями (глистами). Наиболее часто человек заражается острицами, аскаридами, свиным и бычьим цепнями. В кишечнике человека глисты питаются готовыми питательными веществами и выделяют токсины, которые отравляют организм. При заражении глистами общее самочувствие человека резко ухудшается: человек быстро утомляется, у него возникает тошнота, рвота, боли в животе и головные боли. Паразиты очень плодовиты. Например, аскарида продуцирует более 200 тыс. яиц в сутки.

Заражённый глистами человек часто становится источником заражения для других людей. Для лечения глистных заболеваний надо обязательно обратиться к врачу.

Профилактика желудочно-кишечных инфекций. Возбудители кишечных инфекций и яйца паразитических червей в огромных количествах выходят из организма больных с непереваренными остатками пищи. Со сточными водами они могут попасть в колодцы и другие источники водоснабжения. Поэтому нельзя пить сырую воду из колодцев, рек, озёр.



Возбудители дизентерии, холеры и некоторых других кишечных заболеваний плохо переносят действие прямого солнечного света и высушивание. Они легко уничтожаются хлорной известью, карболовой кислотой и другими дезинфицирующими средствами.

Причиной распространения инфекционных кишечных заболеваний может стать неправильное хранение продуктов: сырое мясо, рыба, птица не должны находиться рядом с продуктами, употребляемыми в пищу без термической обработки (сыр, колбаса, варёное мясо и т. д.). Нельзя сырые продукты разделывать на тех же кухонных досках, что и овощи для салатов, хлеб, сыр, колбасу. Готовые и сырые продукты должны храниться раздельно.

Желудочно-кишечные инфекции нередко называют болезнями грязных рук. Возбудители инфекционных болезней попадают на вещи и продукты питания, с них — на руки, а с рук — в рот. Поэтому соблюдение правил личной гигиены — основная мера профилактики желудочно-кишечных инфекций.



При употреблении в пищу несвежих или недоброкачественных продуктов, ядовитых рыб, заплесневелого хлеба, ядовитых растений или грибов может возникнуть *пищевое отравление*.

Очень опасны отравления незнакомыми лекарствами или лекарственными препаратами с истёкшим сроком годности. Лекарственные препараты необходимо хранить в тех условиях, которые указаны на их упаковках. Нельзя пользоваться лекарствами, чей срок годности уже закончился.



При отравлении следует немедленно вызвать врача и оказать пострадавшему первую помощь. Для этого необходимо как можно быстрее удалить из желудка больного всё содержимое, то есть промыть желудок. Пострадавшему дают выпить как можно больше тёплой воды, а затем вызывают рвоту. Эту процедуру повторяют несколько раз, пока полностью не очистят желудок. При остановке дыхания или сердца необходимо срочно применить искусственное дыхание и непрямой массаж сердца (см. § 29).

БОТУЛИЗМ, САЛЬМОНЕЛЛЁЗ, ХОЛЕРА, ХОЛЕРНЫЙ ВИБРИОН, ДИАРЕЯ, ДИЗЕНТЕРИЯ, ДИЗЕНТЕРИЙНАЯ ПАЛОЧКА, ГЕЛЬМИНТОЗЫ, ПИЩЕВОЕ ОТРАВЛЕНИЕ.

Вопросы

1. Каковы правила приёма пищи?
2. Какое значение имеет кулинарная обработка пищи?
3. Салат, винегрет, мясные и овощные отвары усиливают сокоотделение гуморальным путём. Как это происходит?
4. Какое значение для пищеварения имеют такие продукты, как ржаной хлеб, капуста, салат?
5. По каким признакам можно судить о недоброкачественности пищевых продуктов?
6. Какие меры предосторожности помогут избежать заболевание ботулизмом?
7. В чём опасность сальмонеллёза?
8. Как уберечься от дизентерии и холеры?

Задания

1. Используя знания, полученные на уроках биологии в 7 классе, подготовьте сообщение или презентацию о паразитических червях из типов Плоские черви и Круглые черви. Чем опасны для человека эти паразиты?
2. Организуйте и проведите конкурс плакатов «Осторожно! Ядовитые грибы!».
3. Выясните, какие ядовитые растения встречаются в вашей местности. Вместе с одноклассниками сделайте информационный стенд об этих растениях.
4. Составьте памятку «Меры профилактики желудочно-кишечных инфекций».

Основные положения главы 8

Пища является строительным материалом и источником энергии. Её поступление необходимо для поддержания пластического и энергетического обмена. Но пищевые белки, жиры и углеводы не могут непосредственно стать частью нашего тела, поскольку из-за тканевой несовместимости они будут уничтожены иммунной системой. Необходима их предварительная переработка.

Превращение пищевых веществ в органах пищеварения

Пищевые вещества, субстраты	Органы пищеварительного канала	Пищеварительные железы, ферменты	Конечные продукты
Сложные углеводы (крахмал)	Ротовая полость	Ферменты слюнных желёз (амилаза, мальтаза)	Глюкоза
	Двенадцатиперстная кишка и другие отделы тонкой кишки и кишечных желёз	Ферменты поджелудочной железы	
Белки	Желудок	Ферменты желудочного сока (пепсин)	Пептиды
	Двенадцатиперстная кишка и другие отделы тонкой кишки	Ферменты поджелудочной железы (трипсин)	Аминокислоты
Жиры	Двенадцатиперстная кишка и другие отделы тонкой кишки	Ферменты поджелудочной железы (липаза)	Глицерин и жирные кислоты

Пищеварение — это сложный ферментативный процесс, при котором сложные пищевые вещества путём физической и химической переработки превращаются в более простые органические вещества, которые поступают в кровь и участвуют в клеточном обмене.

Процессы пищеварения осуществляются органами пищеварительной системы. Пищеварительный тракт состоит из пищеварительного канала (ротовой полости, глотки, пищевода, желудка, тонкой и толстой кишки) и пищеварительных желёз (слюнных, желудочных, поджелудочной и печени с желчным пузырём). В состав пищеварительных соков входят ферменты. Вещества, на которые они действуют, называют субстратом. Каждый

фермент способен действовать на свой субстрат при определённых условиях (температура, кислотность и др.).

Переваривание пищи происходит непроизвольно, автоматически. Оно регулируется безусловными и условными рефлексами, а также гуморальным путём. Всасывание питательных веществ осуществляется ворсинками тонкой кишки, а окончательное всасывание воды, минеральных солей и витаминов происходит в толстой кишке. Переваривание пищи частично осуществляют полезные микроорганизмы, находящиеся в кишечнике.

Попадание болезнетворных микроорганизмов в пищеварительный канал может вызвать ряд тяжёлых заболеваний, а недоброкачественная пища может стать причиной отравления. Для предупреждения отравлений и пищевых инфекций надо соблюдать правила гигиены.



Глава 9

Обмен веществ и энергии

Из этой главы вы узнаете

- об обмене веществ и энергии как основной функции организма;
- о превращении белков, жиров и углеводов в организме, о значении воды и минеральных солей;
- об энерготратах организма и энергетической ёмкости пищевых веществ;
- о правилах рационального питания и значении витаминов

Вы научитесь

- составлять пищевые рационы в зависимости от энергетических трат;
- проводить функциональные пробы с задержкой дыхания до и после нагрузки, позволяющие определить особенности энергетического обмена при выполнении работы



§ 36. Обмен веществ и энергии — основное свойство всех живых существ

1. **Что такое обмен веществ?**
2. **Где происходит пластический и энергетический обмен?**
3. **Какова роль белков, жиров и углеводов в обмене веществ и энергии?**
4. **Почему для организма человека необходимы вода, макро- и микроэлементы?**

Обмен веществ и энергии как основная функция организма.

Во всех живых организмах, от самых примитивных до самых сложных, в том числе человека, главным условием жизни является обмен веществ и энергии с окружающей средой. Благодаря ему каждый организм не только поддерживает своё существование, но развивается и растёт. Обмен веществ определяет цикличность жизни: рождение, рост и развитие, старение и смерть.

В каждой клетке непрерывно происходят процессы, которые обеспечивают жизнедеятельность самой клетки и организма в целом. Синтезируются сложные соединения: из простых сахаров образуются полисахариды, из аминокислот — белки, из нуклеотидов — нуклеиновые кислоты. Клетки растут, образуют новые органоиды и делятся, из клетки и в клетку транспортируются различные вещества. По нервным волокнам передаются электрические импульсы, сокращаются мышцы — на все процессы, протекающие в организме, требуется энергия. Эта энергия образуется при расщеплении органических веществ. Совокупность реакций расщепления высокомолекулярных соединений, которые сопровождаются выделением и запасанием энергии, называют *энергетиче-*

ским обменом или *диссимиляцией*. В основном энергия запасается в виде универсального энергоёмкого соединения — АТФ (аденозинтрифосфорной кислоты), основной синтез которого происходит в митохондриях.

Совокупность всех процессов биосинтеза, протекающих в живых организмах, называют *пластическим обменом* или *ассимиляцией*. Пластический обмен всегда сопровождается поглощением энергии.

Запас органических веществ, которые организм расходует для получения энергии, должен постоянно пополняться. Кроме того, органические вещества необходимы в качестве расходного материала для построения новых органоидов, обновления клеток. В течение суток у взрослого человека заменяется около 5% клеток кожи, почти половина всех клеток слизистого эпителия желудочно-кишечного тракта. Человек, как и все остальные животные, не может сам образовывать органические вещества из неорганических. Такой способностью обладают лишь зелёные растения и некоторые бактерии. Поэтому необходимые ему органические вещества человек получает из пищи.

Но чтобы эти соединения могли включиться в обмен, они должны быть расщеплены на элементарные части. Этот процесс осуществляется, как вы уже знаете, в системе органов пищеварения.

Не использованные в результате превращения веществ остатки, а также некоторые продукты метаболизма (углекислый газ, соединения фосфора, натрия, хлора и других элементов) выводятся из организма.



Реакции энергетического и пластического обмена находятся в неразрывной связи, образуя в совокупности единый процесс — *обмен веществ и энергии*, или *метаболизм*.

Обмен веществ — это совокупность всех химических процессов, происходящих в организме и обеспечивающих его развитие, жизнедеятельность, самовоспроизведение и связь с окружающей средой.

Все реакции обмена веществ регулируются эндокринной системой и вегетативной нервной системой человека, то есть обмен веществ находится под нейрогуморальным контролем.

Обмен белков. Пищевые белки в ходе подготовительной стадии обмена расщепляются сначала в желудке пепсином, а затем в двенадцатиперстной кишке ферментом поджелудочной железы трипсином до аминокислот. Аминокислоты через кровеносные капилляры ворсинок поступают в печень. Здесь избыточные аминокислоты теряют свой азот и превращаются в жиры и углеводы. В клетках из аминокислот строятся белки.

Белки входят в состав ядер, цитоплазмы и мембран клеток. Они являются ферментами, входят в состав антител. Белки принимают участие в свёртывании крови (фибриноген) и в транспортировке газов (гемоглобин), входят в состав межклеточного вещества соединительных тканей. При нехватке пищи в организме начинается распад белков до конечных продуктов. При этом выделяется энергия, которая может быть использована организмом. Таким образом, белки в организме выполняют *структурную, опорную, каталитическую, защитную, транспортную* и *энергетическую* функции.

Обмен жиров. В органах пищеварения во время подготовительной стадии обмена жиры распадаются на глицерин и жирные кислоты. В эпителии кишечника синтезируется жир, характерный для организма, и через лимфатическую систему направляется в жировые депо и клетки, где он используется как запасное вещество и строительный материал.

Жиры в организме выполняют много функций. Они входят в состав клеточных мембран, в них растворяются некоторые витамины. Из жиров образуются некоторые гормоны и биологически активные вещества. Их производные участвуют в работе синапсов — особых образований, через которые передаются возбуждающие или тормозящие сигналы от одной нервной клетки к другой или от нервной клетки к исполнительному органу.

В организме человека жиры выполняют защитную роль, предохраняя внутренние органы от сотрясений. Жиры — хорошие теплоизоляторы. Выделяемые кожными сальными железами жиры делают кожу мягкой, эластичной и водонепроницаемой. Жиры являются бога-

тым источником энергии. При окислении они выделяют больше энергии, чем белки и углеводы, вместе взятые. При распаде жиров не только выделяется много энергии, но и образуется много воды, что необходимо для поддержания водного обмена.

Итак, жиры выполняют *структурную, регуляторную, теплоизоляционную* и *энергетическую* функции.

Обмен углеводов. Сложные углеводы начинают распадаться в ротовой полости под действием фермента слюны — *амилазы*. В двенадцатиперстной кишке под действием ферментов, выделяемых поджелудочной железой, они расщепляются до глюкозы и других простых углеводов. В тонкой кишке продукты распада всасываются кишечными ворсинками в кровь и направляются в печень. Здесь излишки сахаров задерживаются и превращаются в гликоген и другие соединения, а оставшаяся часть глюкозы в необходимом количестве распределяется между клетками тела.

В организме глюкоза прежде всего является источником энергии. В частности, нервные клетки в качестве источника энергии могут использовать только глюкозу. Распадаясь на углекислый газ и воду, она освобождает энергию молекулярных связей, которая используется для синтеза энергетически ёмкого соединения — АТФ.

Углеводы рибоза и дезоксирибоза входят в состав нуклеиновых кислот, которые участвуют в передаче наследственной информации. Межклеточное вещество ряда соединительных тканей содержит и углеводы. Большое значение они имеют и в защите организма от некоторых ядовитых веществ. Углеводы взаимодействуют в печени со многими токсичными соединениями, переводя их в безвредные и легко растворимые вещества. Итак, углеводы выполняют *структурную* и *защитную* функции, а также используются в качестве *источника энергии*.

Обмен воды в организме. Вода — универсальный растворитель. Все жизненные процессы, все биохимические реакции происходят в водной среде. Внутренняя среда человека содержит до 90% воды. Вода в организме либо хими-

чески связана с другими соединениями, либо содержит в себе растворённые минеральные соли и органические вещества.

Пищеварительные соки содержат воду. Транспорт питательных веществ и кислорода осуществляется в жидкой среде. Продукты распада тоже выносятся водой. Таким образом, в организме поддерживается определённый баланс между поступающей и выделяемой водой. В среднем человек потребляет и выделяет около 1,7—2,2 л воды ежедневно. Выделение воды происходит не только через почки, но также путём потоотделения и при дыхании.

Сохранение водно-солевого равновесия очень важно для организма. Если концентрация солей в крови и тканевой жидкости станет больше нормальной, вода будет выходить из клеток и они могут погибнуть от обезвоживания. Если концентрация солей в тканевой жидкости и крови будет меньше, чем в клетках, вода будет поступать в клетки. Они начнут разбухать, их нормальная работа будет нарушена.

Обмен минеральных солей. Ни вода, ни минеральные соли не являются источниками энергии, но они необходимы для осуществления важных функций организма. Минеральные соли содержатся в клеточных ядрах и цитоплазме, в жидкостях, образующих внутреннюю среду, в пищеварительных соках и других биологических жидкостях. Многие важные процессы жизнедеятельности, например возбуждение нервных клеток, сокращение мышечных волокон, осуществляются с участием определённых ионов.

В зависимости от величины потребностей организма в минеральных солях входящие в них элементы подразделяют на макроэлементы, микроэлементы и ультрамикроэлементы. К *макроэлементам* относят серу, железо, магний, кальций, калий, натрий, фосфор, хлор. На 100 г тканей приходятся десятки и сотни миллиграммов макроэлементов. *Микроэлементов* значительно меньше: в среднем в 100 г ткани могут быть обнаружены десятые, сотые, а то и тысячные доли миллиграммов этих

веществ. К микроэлементам относятся кобальт, цинк, фтор, иод и другие элементы.

Ультрамикроэлементы содержатся в организме в следовых, то есть ничтожно малых, концентрациях. К ним относят золото, серебро и некоторые другие элементы. Значение этих компонентов в живых организмах пока окончательно не изучено.

Минеральные соли также необходимы для поддержания кислотно-щелочного равновесия в клетках тела и во внутренней среде организма.

ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ: ПЛАСТИЧЕСКИЙ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ОБМЕН, ОБМЕН БЕЛКОВ, ОБМЕН ЖИРОВ, ОБМЕН УГЛЕВОДОВ, ОБМЕН ВОДЫ, ОБМЕН МИНЕРАЛЬНЫХ СОЛЕЙ, МАКРОЭЛЕМЕНТЫ, МИКРОЭЛЕМЕНТЫ, УЛЬТРАМИКРОЭЛЕМЕНТЫ.

Вопросы

1. Почему обмен веществ и энергии считают основным свойством живой природы?
2. Что происходит в процессе пластического и энергетического обмена?
3. Какие функции в организме выполняют белки?
4. Какую роль играют жиры?
5. Каковы функции углеводов?
6. Как в организме происходит обмен белков, жиров и углеводов?
7. Какие функции выполняет в организме вода?
8. Почему концентрация солей во внутренней среде организма и клетках должна поддерживаться на определённом уровне?
9. Какие элементы относятся к макроэлементам, а какие — к микроэлементам?

Задания

1. Объясните, почему каждому человеку необходимо знать свой уровень сахара в крови.
2. Изобразите схематично взаимосвязь пластического и энергетического обмена.

§ 37. Витамины

1. Почему витамины необходимы организму?

2. Какие витамины относят к водорастворимым, а какие — к жирорастворимым?

3. Как сохранить витамины при кулинарной обработке пищи?

Роль витаминов в обмене веществ. *Витаминами* называют биологически активные органические вещества относительно простого строения и разнообразной химической природы, которые необходимы для регуляции обмена веществ и нормального течения процессов жизнедеятельности (рис. 105). Витамины не являются для организма источником энергии или материалом для биосинтеза, однако без них жизнь человека невозможна. Входя

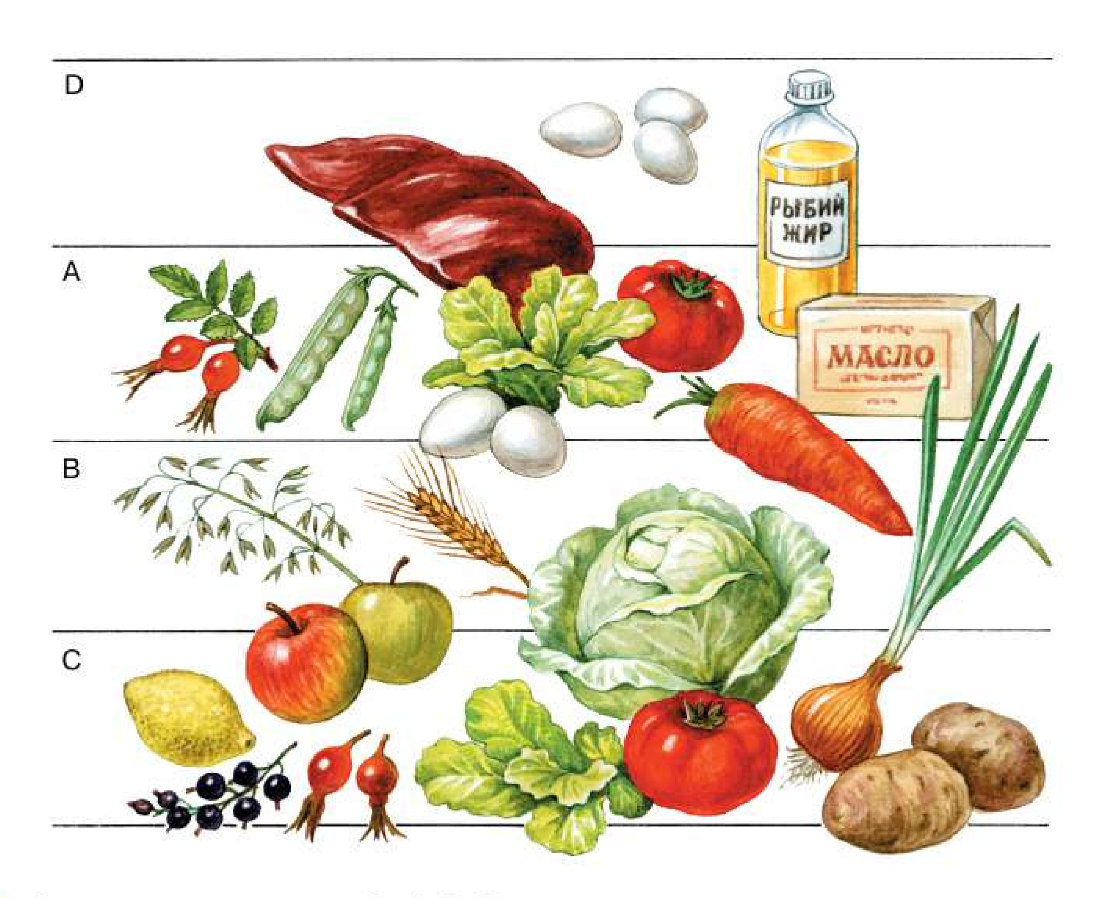


Рис. 105. Содержание витаминов D, A, B, C в пищевых продуктах

в состав фермента или выполняя регуляторную функцию, витамины влияют на рост, развитие и обмен веществ организма.

За редким исключением, витамины не вырабатываются в организме человека, а синтезируются растениями и животными, которые служат ему пищей.



При недостатке того или иного витамина активность соответствующего фермента снижается. Соответственно реакции, которые он катализирует, замедляются или прекращаются полностью. Вследствие этого обмен веществ нарушается, и развивается определённое заболевание. Действие витаминов специфично, нельзя вместо недостающего витамина употреблять другой. Нарушения обмена веществ, возникающие при недостатке витаминов, называют *гиповитаминозами*, а при полном их отсутствии — *авитаминозами*. В некоторых случаях гиповитаминозы развиваются, если при достаточном содержании витаминов в пище органы пищеварения их плохо усваивают.

Для нормальной жизнедеятельности человеку нужно около 20 витаминов. Их обозначают буквами латинского алфавита: A, B, C, D и т. д. Некоторые из них образуют целые группы, например витамины группы B. Для того чтобы было понятно, о каком конкретно витамине идёт речь, внизу справа ставят цифру, например витамин B_1, B_{12}. Все витамины делят на две большие группы: *водорастворимые* и *жирорастворимые*.

Водорастворимые витамины. Наиболее известен из этой группы *витамин C* (*аскорбиновая кислота*). Многие его любят за приятный вкус, но не все знают, насколько он важен для здоровья.

Витамин C входит в состав многих ферментов, в частности тех, которые участвуют в синтезе белков соединительной ткани, а также антител. Он предохраняет от ненужного окисления клеточные мембраны и другие важные органоиды клетки.

При отсутствии витамина C в пище развивается тяжёлый авитаминоз — *цинга*. При этом человек слабеет, его устойчивость к инфекциям и неблагоприятным факторам окружающей среды снижается, дёсны кровоточат, зубы начинают шататься и выпадают. При длительном отсутствии витамина C человек погибает. Многие мор-

ские экспедиции в своё время оказались неудачными именно потому, что у моряков во время плавания не было в рационе свежих овощей и фруктов, в которых этот витамин содержится в большом количестве.

Витамина С особенно много в плодах шиповника и чёрной смородины, в лимонах, капусте (в том числе квашеной), сладком перце, яблоках, облепихе, петрушке, укропе и черемше. Ежедневно человеку необходимо получать с пищей 50—100 мг витамина С. Во время инфекционных заболеваний эту дозу следует увеличивать в 3—5 раз, так как витамин С участвует в работе ферментов, способствующих образованию антител.

Водорастворимыми являются и *витамины группы* В, которая насчитывает свыше 15 витаминов (номера им давали по порядку открытия). *Витамин* B_1 участвует в работе окислительных ферментов. Из-за недостатка витамина B_1 в нервной и мышечной тканях происходит накопление ядовитых соединений. Это ведёт к развитию болезни *бери-бери*, которая сопровождается параличами и судорогами. Возникает также сердечная недостаточность, мышечная слабость, отёки.

B_1 — первый из витаминов группы В, ставший известным науке. Он содержится в различных продуктах, но особенно много его в оболочках зёрен злаковых растений, в таких продуктах, как чёрный и белый хлеб из муки грубого помола, зелёный горошек, гречневая и овсяная крупы.

Ранними признаками B_1-гиповитаминоза являются повышенная возбудимость, раздражительность, нарушение сна, снижение памяти, внимания, работоспособности.

Витамин B_2 необходим для нормального зрения, роста и развития, он участвует в кроветворении и синтезе АТФ. При недостатке в пище витамина B_2 воспаляется слизистая оболочка ротовой полости, появляются трещинки в углах рта, нарушается зрение, воспаляются белки глаз и внутренняя поверхность век. Кроме того, появляется малокровие, поскольку витамин B_2 участвует в процессах кроветворения. Витамин B_2 содержится в молоке, сыре и других молочных продуктах, яйцах, печени, почках, гречневой крупе. Эти продукты лучше держать в темноте, так как ультрафиолетовые лучи разрушают витамин B_2.

собствующие всасыванию кальция из кишечника в кровь и поступлению его из крови в кости. При этом нарушается и обмен фосфора. В результате этого кости более подвержены искривлению, например, ноги под тяжестью тела становятся либо О-образными, либо Х-образными.

Большое количество витамина D содержится в рыбьем жире, печени, яичном желтке. Витамин D — один из немногих витаминов, способных синтезироваться в организме. Он образуется в коже под влиянием ультрафиолетовой части солнечного спектра, и потому недостаток солнечного света также способствует развитию рахита. Для предупреждения и лечения рахита детей облучают кварцевой лампой, а также в рацион включают продукты, богатые витамином D.

Витамин E необходим для нормального функционирования органов размножения. Он также принимает участие в процессах роста и развития организма. Содержится он, как и витамины A и D, в яичном желтке, печени, рыбьем жире.

Рациональное использование витаминов. При тепловой обработке пищи часть содержащихся в ней витаминов разрушается, особенно витамины группы B и C. Их разрушает не только высокая температура, но и соприкосновение с металлом. Кроме того, витамин C легко окисляется кислородом воздуха. Потеря витаминов происходит и при длительном хранении заранее приготовленной пищи. В течение всего года следует по возможности разнообразить рацион за счёт свежей зелени — салата, укропа, петрушки. При использовании препаратов витаминов необходимо руководствоваться указанными суточными дозами, так как многие из витаминов при неумеренном потреблении вредны.

АВИТАМИНОЗ, ГИПОВИТАМИНОЗ, ВОДОРАСТВОРИМЫЕ ВИТАМИНЫ: B_1, B_2, B_{12}, C, ЖИРОРАСТВОРИМЫЕ ВИТАМИНЫ: A, D, E.

Вопросы

1. Какое значение в организме имеют витамины?
2. Могут ли витамины синтезироваться в организме?

3. Можно ли заменить недостаток одного витамина избытком другого?
4. На какие две группы делят витамины в зависимости от их растворимости?
5. Поясните разницу в понятиях «гиповитаминоз» и «авитаминоз».
6. Как проявляется цинга? С чем она связана? Почему раньше ею часто болели мореплаватели?
7. В каких продуктах находятся витамины группы В? Каково их значение?

Задания

1. Объясните, почему нарушения сумеречного зрения называют «куриной слепотой».
2. Как уберечь детей от заболевания рахитом? Предложите список мер, которые позволят обеспечить нормальное развитие костной ткани.
3. Нарушения обмена веществ, возникающие при недостатке определённого витамина, называют гиповитаминозом. Предположите, как называют нарушения, развивающиеся при избыточном потреблении витамина.
4. Выберите основные критерии, характеризующие витамины. Составьте и заполните таблицу, обобщив в ней сведения об этой группе органических соединений.

§ 38. Энерготраты человека и пищевой рацион

1. Что такое основной и общий обмен?
2. Как зависят энерготраты от физической нагрузки человека?
3. Какова энергетическая ёмкость белков, углеводов и жиров?

Основной обмен. В зависимости от интенсивности мышечной работы, от времени, прошедшего с момента предшествующего приёма пищи, от температуры окружающей среды обмен веществ и энерготраты организма постоянно меняются. Как определить постоянный уровень обмена веществ, позволяющий судить о какой-то физиологиче-

ской норме? Для этой цели было принято измерять наименьшие энерготраты человека в определённых стандартных условиях.

Условия эти таковы: измерение должно проводиться после суточного голодания и исключения из рациона белковых продуктов в течение трёх дней — утром, после сна, при температуре комфорта (то есть когда не холодно и не жарко). Человек должен находиться в состоянии полного психического покоя: читать, писать и совершать какую-то умственную или физическую работу нельзя, спать тоже нельзя, так как во время сна уровень энерготрат может стать ниже.

Интенсивность обмена веществ при соблюдении упомянутых стандартных условий называют *основным обменом*. Он зависит от возраста, пола и генетических особенностей организма. При некоторых заболеваниях основной обмен может становиться выше или ниже нормы, что может служить важным диагностическим признаком. У мужчин основной обмен несколько выше, чем у женщин. У детей он больше, чем у взрослых, что связано с процессами роста и развития. К старости основной обмен снижается.

Общий обмен. Фактические энерготраты, совершаемые человеком за единицу времени, называют *общим обменом*. Они значительно превышают основной обмен, потому что часть энергии расходуется на мышечную работу, еду и переваривание пищи, на борьбу с жарой или холодом. Чтобы представить себе реальный расход энергии, приведём примеры некоторых видов деятельности и затраты энергии, необходимые для их осуществления (в таблице представлены затраты энергии на 1 кг массы тела в час).

В таблице подметание пола соответствует лёгкой работе, ходьба со скоростью 6 км/ч — работе средней тяжести, пилка дров — тяжёлой работе, косьба ручной косой и спортивная ходьба — очень тяжёлой работе. Из таблицы видно, как с увеличением интенсивности физического труда растут энерготраты. Понятно, что энергоёмкость (калорийность) продуктов питания должна соответствовать энергетическим тратам.

Вид деятельности	ккал	кДж
Сон	0,93	3,9
Положение в кровати после сна (лёжа)	1,1	4,6
Положение в кровати после сна (сидя)	1,4	5,9
Вставание с кровати	1,5	6,3
Подметание пола щёткой (около 40 взмахов в минуту)	2,4	10,2
Ходьба со скоростью 6 км/ч	4,2	17,3
Пилка дров	6,4	26,9
Косьба ручной косой	8,6	35,9
Спортивная ходьба	9,0	37,7

Энергетическая ёмкость (калорийность) пищи. Усваивая белки, жиры и углеводы, организм получает не только необходимые вещества, но и энергию, которая в этих веществах содержится. Молекулы простых углеводов, аминокислот и глицерина с жирными кислотами обладают довольно большой энергоёмкостью. Установлено, что при распаде 1 г белка или 1 г углеводов освобождается 4,1 ккал, или 17,18 кДж, а при распаде 1 г жиров — 9,3 ккал, или 38,96 кДж.

Нормы питания. Количество необходимых питательных веществ и их состав определяют исходя из энерготрат человека, состояния его здоровья, возраста, пола, характера выполняемой работы. Так, здоровому взрослому человеку, выполняющему работу средней тяжести, необходимо получать в сутки с пищей 100—110 г белков, 60—80 г жиров, 400—500 г углеводов. При тяжёлой физической работе питательных веществ требуется примерно в полтора раза больше. Для ребёнка или подростка в связи с ростом и развитием требуется примерно на 30% энергии боль-

ше, чем затратил организм. Это необходимо для образования новых веществ, клеток и тканей.

Помимо энергоёмкости пищи необходимо учитывать её качественный состав, особенно содержание *незаменимых аминокислот* (см. § 33). Такие аминокислоты, например валин, метионин, лейцин, лизин и некоторые другие, не синтезируются в нашем организме и поэтому должны постоянно поступать в организм в составе белков пищи. Отсутствие хотя бы одной из этих аминокислот приводит к нарушению синтеза белков. *Заменимые аминокислоты* (глицин, серин и др.) могут синтезироваться в нашем организме из других аминокислот, поступающих с пищей. Пищевые белки, содержащие все необходимые человеку аминокислоты, называют *полноценными*. К ним относят животные и некоторые растительные белки (бобовых растений). Пищевые белки, в составе которых отсутствуют какие-либо незаменимые аминокислоты, называют *неполноценными* (например, белки кукурузы, ячменя, пшеницы, ржи).

Полноценными и неполноценными для питания могут быть и жиры. Организму необходимы в первую очередь те из них, которые имеют в своём составе *ненасыщенные жирные кислоты*, молекулы которых могут присоединять к себе другие элементы. Большое количество ненасыщенных жирных кислот содержится в растительном масле — подсолнечном, оливковом, конопляном. В твёрдых жирах их тем меньше, чем выше температура их плавления. Например, в сливочном масле ненасыщенных жирных кислот больше, чем в бараньем сале.

Человек нуждается в смешанной пище: примерно $^1/_3$ получаемых им белков должна быть животного происхождения, а $^1/_3$ жиров — растительного происхождения. Белки животной пищи усваиваются примерно на 97%, растительной — на 85%, смешанной — на 92%.

Режим питания. Расход энергии изменяется в соответствии с величиной физической и умственной нагрузки. Поэтому наиболее целесообразно для взрослых здоровых людей трёхразовое питание. Для детей и подростков рекомендуется четырёхразовое питание. При этом завтрак дол-

жен содержать примерно 30—35% суточного рациона, обед — 40—45%, ужин — около 20%. Второй завтрак или полдник (в зависимости от распорядка дня) — 10—12%. Мясные и рыбные блюда лучше потреблять в первой половине дня, так как продукты их расщепления возбуждающе действуют на нервную систему.

ОСНОВНОЙ ОБМЕН, ОБЩИЙ ОБМЕН, ЭНЕРГОТРАТЫ ОРГАНИЗМА, ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЁМКОСТЬ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ (КАЛОРИЙНОСТЬ), НОРМЫ ПИТАНИЯ, РЕЖИМ ПИТАНИЯ.

Вопросы

1. В чём различие между основным и общим обменом?
2. Что такое энергетическая ёмкость пищи?
3. Какие продукты содержат больше незаменимых аминокислот, а какие — больше ненасыщенных жирных кислот?
4. В чём преимущество смешанного рациона, включающего растительную и животную пищу?
5. Как рассчитывают нормы питания и подбирают продукты рациона?
6. Как распределяют количество и состав пищи в течение дня?

Задания

Используя дополнительную литературу или ресурсы Интернета, найдите таблицу калорийности продуктов. Составьте меню на день, учитывая уровень ваших энергетических затрат.

Лабораторная работа

Установление зависимости между нагрузкой и уровнем энергетического обмена по результатам функциональной пробы с задержкой дыхания до и после нагрузки

(может быть выполнена дома)

Оборудование: секундомер или часы с секундной стрелкой.

Предварительные замечания. Известно, что на интенсивность дыхания влияют продукты распада, в частности углекислый газ, который образуется в результате биологического окисления. Он является одним из основных гуморальных факторов, влияющих на дыхательный центр. При задержке дыхания обмен веществ в тканях не прекращается и углекислый газ продолжает выделяться. Когда

его концентрация в крови достигает определённого критического уровня, происходит непроизвольное восстановление дыхания. Если задержать дыхание после определённой работы, например после 20 приседаний, то оно восстановится скорее, потому что во время приседаний биологическое окисление происходит более интенсивно, и углекислого газа к началу второй задержки дыхания накапливается больше.

Однако у тренированных людей различие между этими результатами будет меньше, чем у нетренированных. Одной из причин является то, что у нетренированных людей обычно наряду с мышцами, обеспечивающими нужное движение, сокращается множество других мышц, которые к нему не имеют отношения. Лишние движения затормаживаются в процессе тренировки благодаря более совершенной регуляции со стороны нервной системы. Таким образом, эта функциональная проба показывает не только состояние дыхательной и сердечно-сосудистой систем человека, но и степень его тренированности.

Протокол опыта (время измеряется в секундах)

1. Время задержки дыхания в состоянии покоя (А).
2. Время задержки дыхания после 20 приседаний (В).
3. Процентное отношение второго результата к первому: $^{B}/_{A} \times 100\%$.
4. Время задержки дыхания и восстановления дыхания после минутного отдыха (С).
5. Процентное отношение третьего результата к первому: $^{C}/_{A} \times 100\%$.

Ход работы

1. В положении сидя задержите дыхание при вдохе на максимальный срок. Включите секундомер (предварительное глубокое дыхание перед опытом не допускается!).
2. Выключите секундомер в момент восстановления дыхания. Запишите результат. Отдохните 5 мин.
3. Встаньте и сделайте 20 приседаний за 30 с.
4. Вдохните, быстро задержите дыхание и включите секундомер, не дожидаясь, пока дыхание успокоится, сядьте на стул.
5. Выключите секундомер при восстановлении дыхания. Запишите результат.
6. Спустя минуту повторите первую пробу. Результат запишите.
7. Сделайте в тетради расчёты по формулам, приведённым в пунктах 3 и 5 протокола. Сравните свои результаты с таблицей и определите, к какой категории вы смогли бы отнести себя.

Ответьте на вопросы

1. Почему при задержке дыхания в крови накапливается углекислый газ?
2. Почему при определённой концентрации углекислого газа в крови дыхание восстанавливается непроизвольно?

3. Как углекислый газ воздействует на дыхательный центр?
4. Почему эти воздействия называют гуморальными?
5. Почему после работы удаётся задержать дыхание на меньшее время, чем в состоянии покоя?
6. Почему у тренированного человека энергетический обмен происходит более экономно, чем у человека нетренированного?

Результаты функциональной пробы с задержкой дыхания до и после нагрузки для различных по степени тренированности категорий испытуемых

Категории испытуемых	Задержка дыхания		
	А — в покое, с	В — после работы; $^{B}/_{A}\times 100\%$ после 20 приседаний	С — после отдыха; $^{C}/_{A}\times 100\%$ после отдыха
Здоровые тренированные	46—60	Более 50% от первого результата	Более 100% от первого результата
Здоровые нетренированные	36—45	30—50% от первого результата	70—100% от первого результата
С отклонениями в состоянии здоровья	20—35	Менее 30% от первого результата	Менее 70% от первого результата

Основные положения главы 9

Обмен веществ и энергии — это совокупность химических и энергетических процессов, протекающих в организме и обеспечивающих его жизнедеятельность, активное взаимодействие с окружающей средой, рост, развитие и воспроизведение потомства.

Обмен веществ и энергии состоит из двух взаимосвязанных процессов:

— **пластического обмена**, во время которого синтезируются вещества, необходимые организму, его клеточные и неклеточные структуры;

— **энергетического обмена**, в ходе которого накопленная в органических веществах энергия выделяется в результате их биологического окисления и используется организмом для процессов жизнедеятельности.

Все процессы в организме, связанные с обменом веществ и энергии, протекают с участием ферментов. Для их образования необходимы витамины, большинство из которых поступает вместе с пищей. Полное отсутствие витамина вызывает авитаминоз, недостаточное количество — гиповитаминоз.

Различают основной обмен (энерготраты, совершаемые организмом в состоянии покоя) и общий обмен (фактические энерготраты человека в реальной жизни). Между энерготратами организма и энергетической ёмкостью (калорийностью) потребляемых им пищевых продуктов должно быть определённое соответствие (баланс). Этот баланс должен быть соблюдён при составлении пищевых рационов, также необходимо учитывать состав и качество белков, жиров, углеводов, воды, минеральных солей, поступающих с пищей. Они должны компенсировать затраты и обеспечивать нормальное функционирование организма.



Глава **10**

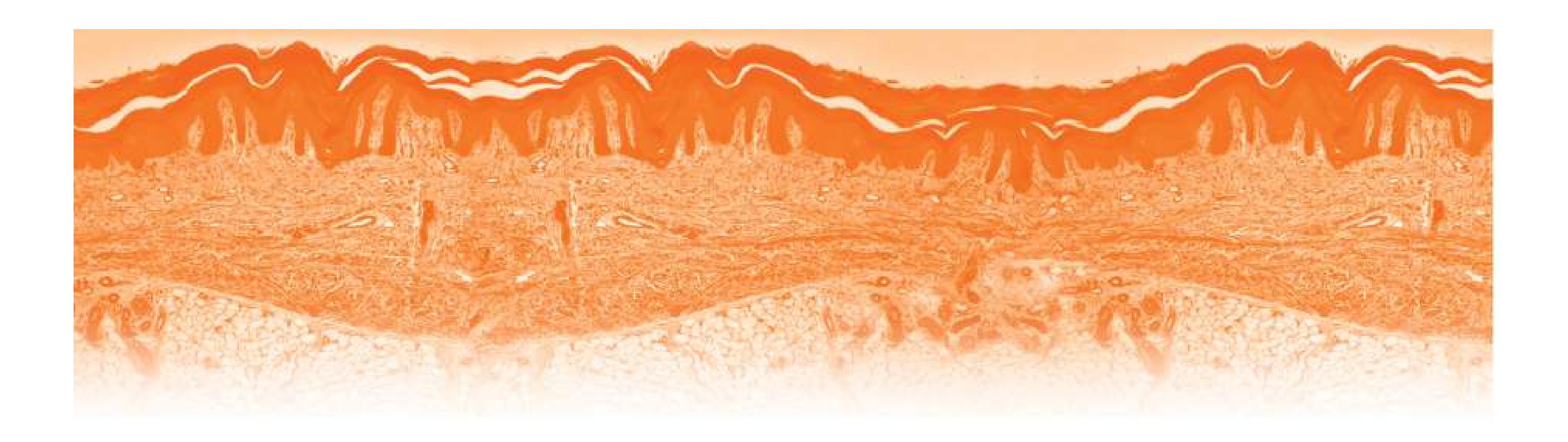
Покровные органы. Терморегуляция. Выделение

Из этой главы вы узнаете

- как кожные покровы защищают организм от потери влаги и проникновения микроорганизмов;
- как поддерживается температура тела;
- как удаляются жидкие продукты распада и регулируется содержание питательных веществ в крови

Вы научитесь

- различать на таблицах органы мочевыделительной системы;
- ухаживать за кожей, ногтями, волосами;
- следить за одеждой и обувью;
- предупреждать заболевания кожи;
- оказывать помощь при ожогах и обморожениях, при тепловом и солнечном ударе;
- закаливать организм;
- предупреждать заболевания почек



§ 39. Покровы тела. Строение и функции кожи

1. **В чём состоит барьерная функция кожи?**
2. **Какие ткани определяют функцию эпидермиса, дермы и гиподермы?**
3. **Какое строение имеют волосы и ногти?**
4. **В осуществлении каких функций организма участвует кожа?**

Покровы тела человека — это кожа и её производные (волосы и ногти), а также слизистые оболочки, которые выстилают внутренние полости (например, эпителий дыхательных путей, желудочно-кишечного тракта).

Клетки внутренних органов находятся в жидкой среде, через которую они получают питательные вещества и кислород и в которую отдают продукты своей жизнедеятельности. Покровные ткани служат границей, отделяющей внутреннюю среду организма от внешней среды.

Строение и функции кожи. В коже человека выделяют три слоя: наружный — эпидермис, средний — дерму (собственно кожу), внутренний — подкожную клетчатку (рис. 106).

Эпидермис образован многослойным эпителием. Клетки его внутреннего слоя активно делятся, а клетки слоёв, оттесняемых наружу, стареют, становясь всё более плоскими и ороговевшими, а затем отмирают и слущиваются. Получается, что во внешнюю среду обращён слой мёртвых клеток, выполняющих защитную функцию, а во внутреннюю — живых, активно размножающихся. Клетки нижних слоёв эпидермиса содержат пигмент, от которого зависит цвет кожи. Пигмент задерживает избыточное ультрафиолетовое излучение, защищая от него

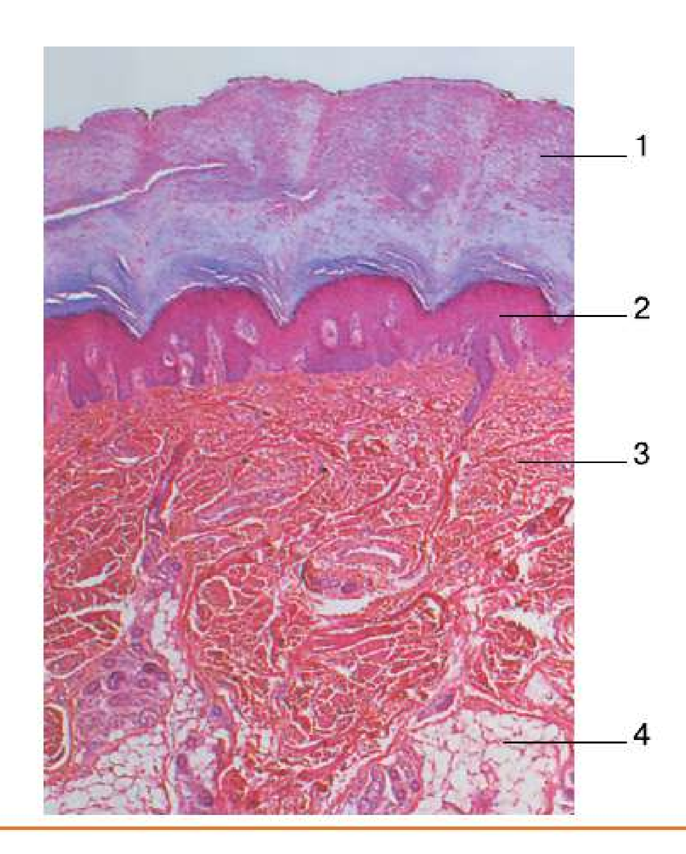


Рис. 106. Кожа: 1 — ороговевший эпидермис; 2 — живые клетки эпидермиса; 3 — собственно кожа (дерма); 4 — подкожная жировая клетчатка (микрофотография)

организм. Под влиянием солнечного света количество пигмента в коже увеличивается — кожа приобретает загар.

Дерма (собственно кожа) образована соединительной тканью, содержащей множество белковых волокон, которые придают ей эластичность — способность растягиваться и возвращаться в прежнее состояние. В этом слое кожи находятся рецепторы, сальные и потовые железы, волосяные фолликулы, кровеносные и лимфатические сосуды (рис. 107).

Рецепторы кожи воспринимают прикосновение, боль, температуру. *Сальные железы* выделяют секрет, который смазывает эпидермис и волосы, смягчая их. *Потовые железы* выделяют на поверхность кожи *пот* — жидкость, в которой содержится некоторое количество поваренной соли, мочевины и других веществ, придающих поту солёный вкус и специфический запах. Испаряясь, пот охлаждает тело.

Волосы и *ногти* — кожные роговые образования. Корни волос — *волосяные луковицы* — находятся в волосяных фолликулах (волосяных сумках) (рис. 108). Клетки волосяных луковиц непрерывно размножаются, что

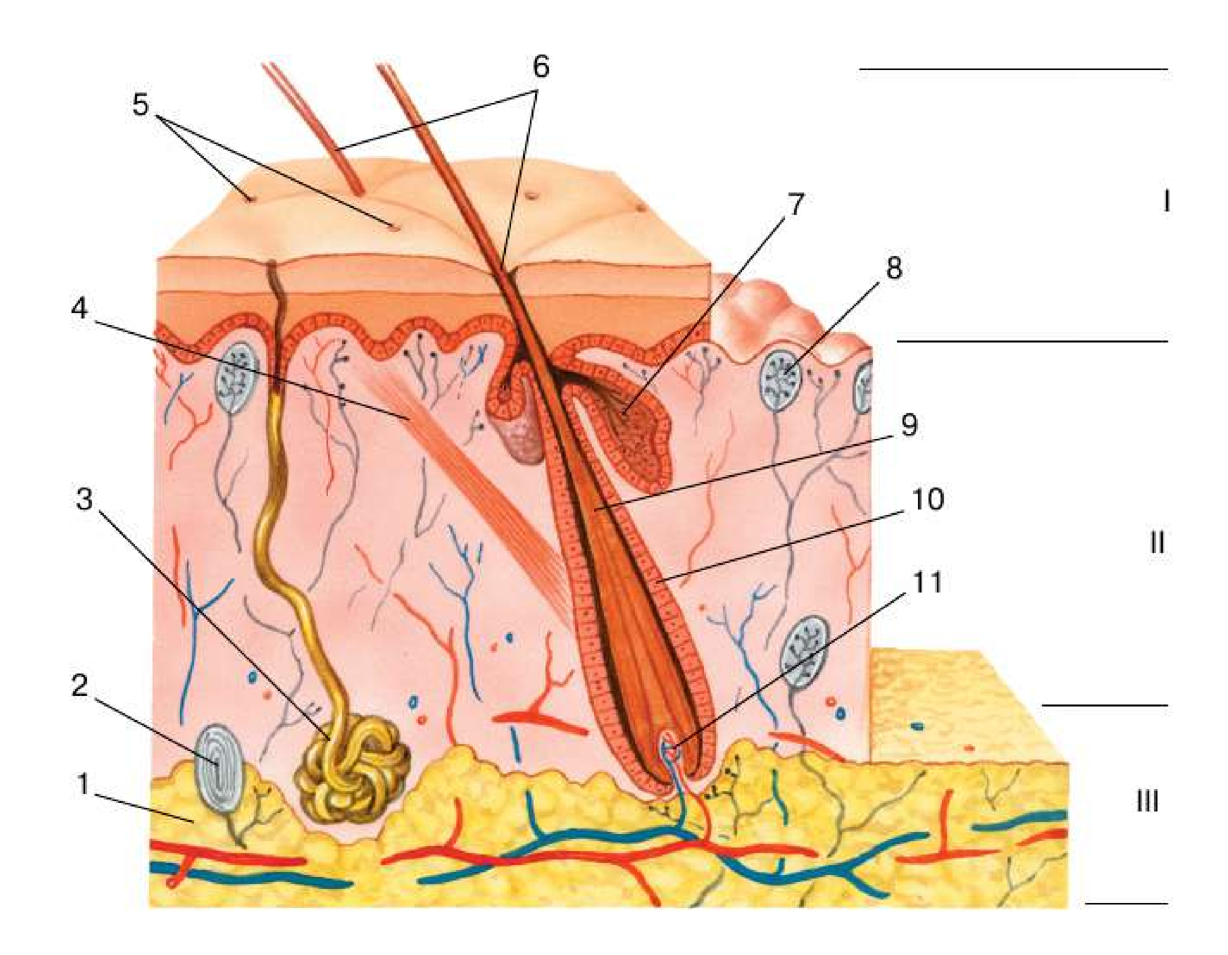


Рис. 107. Строение кожи:
I — эпидермис; II — собственно кожа (дерма); III — подкожная клетчатка;
1 — жировая ткань; 2 и 8 — рецепторы кожи; 3 — потовая железа;
4 — мышца, поднимающая волос; 5 — выходные отверстия потовых желёз;
6 — стержни волос; 7 — сальные железы; 9 — корень волоса, волосяная луковица;
10 — волосяной фолликул; 11 — волосяной сосочек

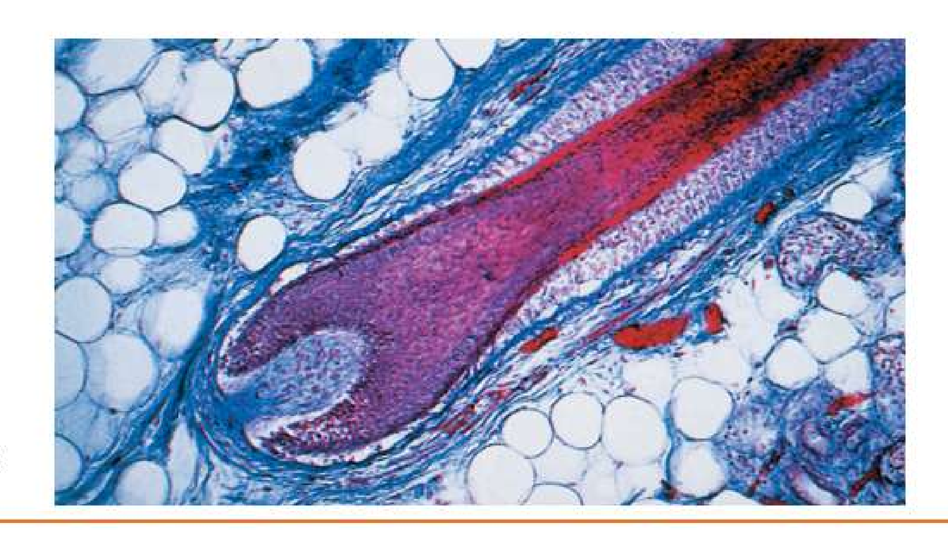
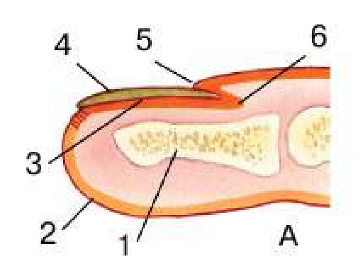
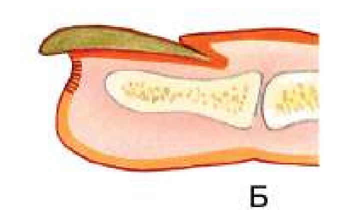


Рис. 108. Корень волоса (микрофотография)





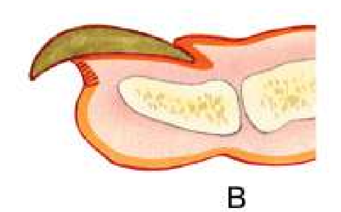


Рис. 109. Строение ногтей:
А — ноготь человека; Б — ноготь обезьяны; В — коготь кошки:
1 — кость концевой фаланги; 2 — подушечка пальца; 3 — ногтевое ложе;
4 — ногтевая пластинка; 5 — ногтевой валик; 6 — корень ногтя

обеспечивает рост волос. Снизу в волосяную луковицу входит волосяной сосочек, содержащий кровеносные сосуды и нервные окончания. К волосяному фолликулу прикрепляется косо расположенное гладко-мышечное волокно. Его сокращение увеличивает угол наклона волоса по отношению к поверхности кожи. При понижении температуры окружающей среды происходит рефлекторное сокращение этих мышц и на поверхности кожи появля-ются бугорки («гусиная кожа»). Аналогичное явление наблюдается при испуге: волосы «встают дыбом».

Плотная соединительная ткань дермы служит опорой не только для волос, но и для ногтей. Ногтевое ложе находится на конечной фаланге пальца. Покрывающая его ногтевая пластинка прозрачна, за исключением корня ногтя, где заметна белая луночка. Она состоит из более плотной ткани. В ногтевой пластинке нет нервных окончаний и кровеносных сосудов, но ногтевое ложе богато ими. Растёт ноготь с основания. Здесь и с боковых сторон края ногтя покрыты кожным валиком (рис. 109).

Подкожная клетчатка предохраняет организм от охлаждения, играет роль амортизатора при ушибах, а также в ней откладываются запасные питательные вещества.

Функции кожи. Кожа обладает большой механической прочностью, поэтому она защищает ткани и органы от повреждений. Благодаря работе находящихся в коже рецепторов организм получает сигналы о нежелательных для него воздействиях, что позволяет избегать ранений, ожогов и обморожений.

Возбудители большинства заболеваний не могут проникнуть через здоровую кожу и слизистые оболочки во внутреннюю среду организма.

Кожа не пропускает воду, поэтому тканевая жидкость сохраняется в организме. Избыток воды, солей, продуктов обмена и различных шлаков выделяется наружу через потовые железы.

Этот процесс, как и другие, строго регулируется нервной и гуморальной системами и зависит от активности других органов. Например, при нарушении деятельности почек концентрация солей натрия и калия в поту значительно возрастает. Через потовые железы происходит и газообмен: поглощается кислород и выделяется углекислый газ. Правда, в сравнении с лёгкими дыхательная функция кожи не имеет большого значения, но для самой кожи она полезна.

В коже сохраняются и при необходимости используются запасы питательных веществ и воды. Здесь же синтезируются вещества, необходимые для организма, в частности витамин D. По состоянию кожи можно судить о возможных нарушениях обмена веществ.

В коже много рецепторов, воспринимающих тепло и холод, прикосновение, давление, боль. Благодаря рецепторам, находящимся в коже, человек определяет размеры, плотность, форму предметов. Особенно много рецепторов на кончиках пальцев (рис. 110).

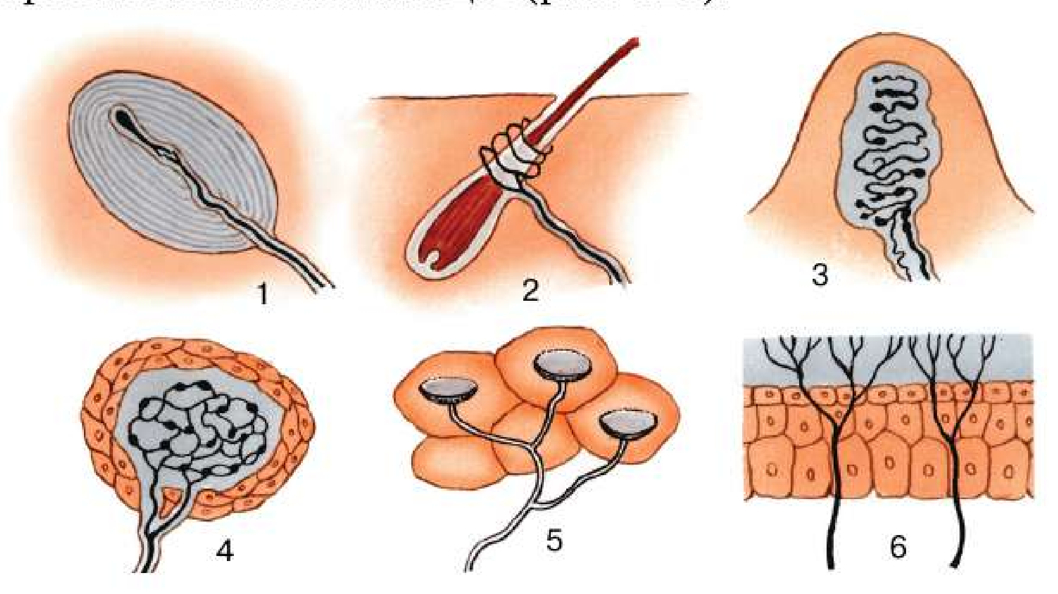


Рис. 110. Рецепторы кожи, реагирующие на:
1 — прикосновения и вибрацию; 2 — деформацию волоса; 3 — тепло;
4 — холод; 5 — прикосновение и перемещение предмета; 6 — боль

§ 40. Уход за кожей. Гигиена одежды и обуви. Болезни кожи

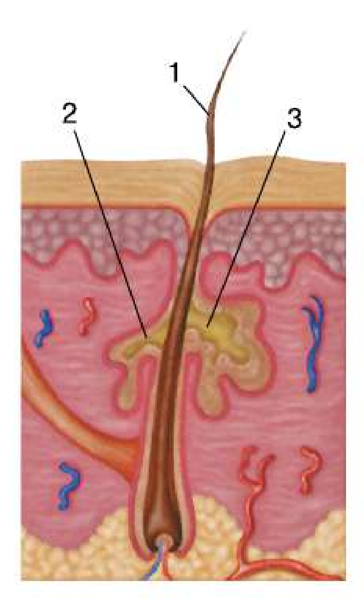
1. **Каковы особенности кожи подростка и как следует это учитывать при уходе за кожными покровами?**
2. **Не противоречит ли мода гигиеническим требованиям к одежде?**
3. **Как отражается на состоянии кожи питание и гормональная регуляция в подростковом возрасте?**
4. **Как преодолеть грибковые заболевания?**
5. **Что надо делать при ожогах и обморожениях?**

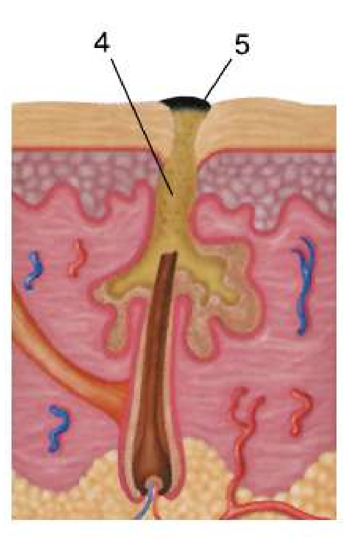
Уход за кожей. Нормально выполнять свою функцию может лишь здоровая чистая кожа. Правильный уход за кожей предотвращает её заболевания и преждевременное старение (снижение эластичности, образование морщин и складок, ухудшение цвета). С поверхности кожи необходимо регулярно удалять выделения сальных и потовых желёз. Умываться следует водой комнатной температуры, так как горячая вода снижает эластичность кожи, делает её дряблой, а холодная нарушает нормальный отток выделений сальных желёз, способствует закупорке их выводных протоков и образованию *угрей* (рис. 111, 112).

В подростковом и юношеском возрасте усиливается потоотделение. Нередко пот приобретает неприятный запах. Поэтому необходимо регулярно мыть потеющие места. Потение ног нередко связано с плоскостопием, тесной, неудобной обувью. Нерегулярное мытьё ног, редкая смена носков, а также употребление в пищу острых и пряных продуктов способствуют усиленному потоотделению и появлению резкого неприятного запаха. Кроме того, при постоянном увлажнении и раздражении пóтом разрыхляется и частично повреждается эпидермис, возникают



Рис. 111. Угревое высыпание на коже лица





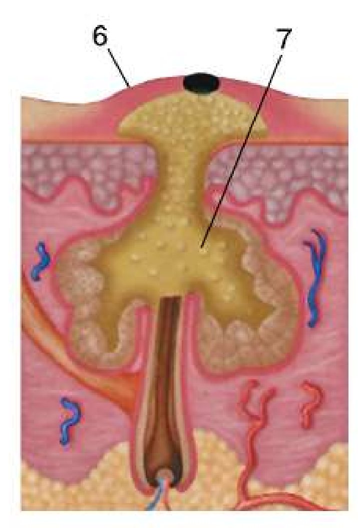


Рис. 112. Схема образования обыкновенного угря: 1 — волос; 2 — сальная железа; 3 — кожное сало; 4 — сальный проток; 5 — сальная пробка (изначально она белого цвета, но в дальнейшем при окислении становится чёрной); 6 — угревой пузырёк; 7 — воспалённая сальная железа

потёртости и трещины, через которые в дерму проникают болезнетворные микроорганизмы. При этом образуются волдыри, язвы, появляются зуд, жжение и боль, а также повышенная утомляемость при ходьбе.

Необходимо следить, чтобы обувь всегда была сухой и нетесной. При сильном потении ног следует пользоваться имеющимися в аптеке специальными средствами ухода за кожей ног, содержащими смягчающие, вяжущие, дубящие вещества.

Уход за ногтями и волосами. Если нерегулярно обрезать ногти и не следить за их чистотой, под ними скапливается огромное количество болезнетворных микроорганизмов.



Внешность человека во многом зависит от состояния волос. Здоровые волосы мягкие, эластичные, имеют естественный блеск. Основной способ ухода за волосами — регулярное мытьё.

Для улучшения роста волос полезно время от времени немного подрезать их концы, особенно если они начинают расщепляться. На питании, а следовательно, и на росте волос неблагоприятно отражается переохлаждение: происходит сужение поверхностных кровеносных сосудов и кровоснабжение ухудшается.

Гигиена одежды и обуви. Одежда должна быть лёгкой и не стеснять движений. Ни одним из требований гигиены одежды нельзя пренебрегать ради моды. Следует помнить, что истинно модная одежда разумна и никогда не вступает в противоречие с интересами сохранения здоровья.

Обувь должна быть сухой, а зимняя — и тёплой, так как охлаждение ног способствует возникновению простудных заболеваний. Тесная обувь сдавливает ногу, деформирует стопу, усиливает склонность кожи к потоотделению. Если обувь на резиновой подошве, в неё следует вложить войлочную стельку и регулярно следить, чтобы она не была влажной. Вредна обувь на очень высоком каблуке, так как неправильное положение стопы с опорой преимущественно на пальцы ведёт к их деформации, резко уменьшает площадь опоры и устойчивость тела. В обуви на высоком каблуке легче потерять равновесие и подвернуть ногу. Многие травмы ног связаны с неудобной обувью.

Причины кожных заболеваний. *Неправильное питание.* Избыточное питание ведёт к тому, что кожа краснеет и приобретает сальный вид. Потребление алкогольных напитков и табака ведёт к отёчности и дряблости кожи, так как нарушается состояние кожных сосудов.

Недостаток витаминов. На состоянии кожи сказывается и недостаток витаминов. Так, при гиповитаминозе А кожа становится сухой, шероховатой. Недостаток витамина B_2 приводит к трещинам в углах рта («заедам»), ногти становятся ломкими. При недостатке витамина С возможны мелкоточечные кровоизлияния, связанные с повышенной проницаемостью мелких кровеносных сосудов.

Гормональные нарушения. Состояние кожных покровов в большой степени зависит от состояния эндокринной системы. У подростков в связи с половым созреванием может изменяться состав секрета сальных желёз. Он становится более вязким и легко закупоривает отверстия выводных протоков этих желёз. При попадании в них болезнетворных микробов происходит воспаление — образуются угри. Чтобы угрей было меньше, следует избегать жирной и горячей пищи, острых приправ, а также лучше следить за чистотой кожи.

Грибковые и паразитарные заболевания кожи. *Стригущий лишай* — одно из распространённых грибковых заболеваний кожи. Своё название он получил потому, что волосы на поражённых местах обламываются у корней и создаётся впечатление, будто бы их выстригли. Существуют две формы этой болезни. Одна поражает лишь верхние слои кожи и встречается только у человека. Другая форма болезни более тяжёлая, бывает и у людей, и у животных, причём наиболее часто люди заражаются ею от больных кошек и собак. Болезнь требует обязательного лечения. Стригущий лишай очень заразен. Общее полотенце, чужая одежда, общение с больными животными могут стать причиной заражения.

Внутрикожный паразит — чесоточный зудень является возбудителем заразной и очень опасной болезни — *чесотки*. Самки клещей после спаривания прогрызают подкожные ходы и откладывают там яйца (рис. 113). Вылупившиеся личинки питаются тканями кожи. Наиболее часто поражаются промежутки между пальцами, кожа живота и ягодиц. В случае заболевания необходимо срочно обратиться к врачу. Чесотка излечима.

Согласно медицинской статистике, в России у каждого пятого человека встречается *грибок ногтей*. В поражённых ногтях появляются пятна и полосы жёлтого цвета. В дальнейшем ногтевые пластины утолщаются, затем разрыхляются и крошатся. Грибковым заболеваниям способствуют потливость ног, опрелости, потёртости, плоскостопие, нарушение правил гигиены ног, а также ношение обуви из кожзаменителей.

Неповреждённый, здоровый ноготь практически неуязвим для грибковой инфекции, но изменённые ногти, например, в результате травмы становятся лёгкой добычей грибка. Заражение происходит через предметы общего пользования: в ваннах, душах, банях, бассейнах, при ношении чужой обуви и т. д. Для того чтобы избежать заражения, необходимо выполнять некоторые правила: на пляже ходить в тапочках, посещая баню, сауну или бассейн, пользоваться закрытыми резиновыми тапочками, защищающими от брызг, после мытья насухо вытирать ноги, особенно межпальцевые промежутки, не надевать чужую обувь и ежедневно менять носки.

А



Б

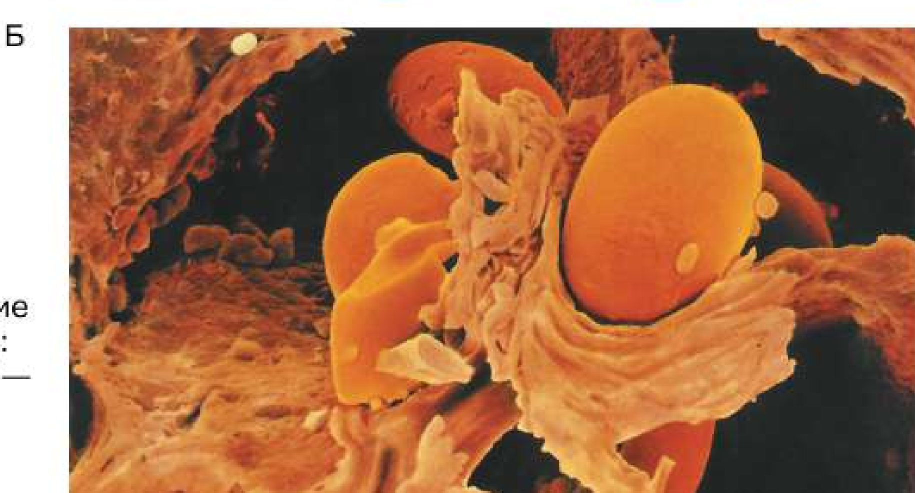


Рис. 113. Чесотка — паразитарное заболевание кожи (микрофотографии): А — возбудитель чесотки — чесоточный клещ зудень; Б — яйца чесоточного клеща, отложенные в коже человека

Травмы. Наиболее распространённые повреждения кожи — это ожоги и обморожения.

Ожоги. Различают химические и термические ожоги. *Химические ожоги* возникают при попадании на кожу различных едких веществ. При попадании на кожу кислоты или щёлочи необходимо их смыть большим количеством воды. Затем поражённую кислотой кожу необходимо промыть 2%-м раствором соды. Если кожа пострадала от щёлочи, то следует воспользоваться 1%-м раствором уксусной или лимонной кислоты.

Термические ожоги бывают четырёх степеней. При ожоге I степени кожа краснеет. При ожогах II степени на месте ожога образуются пузыри, наполненные тканевой жидкостью. При ожогах III степени возникают более серьёзные нарушения. При IV степени ожога кожа даже обугливается.

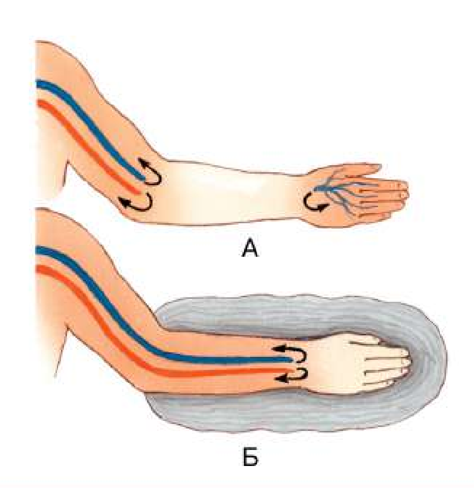


Рис. 114. Теплоизолирующая повязка. Приёмы оказания первой помощи при глубоком обморожении: неправильный (А) и правильный (Б). Продукты тканевого распада в тканях кисти в случае А не могут быть удалены из организма, так как коммуникации ещё не восстановлены

При ожогах I и II степени поражённое место достаточно промыть холодной водой. При ожогах более высоких степеней необходимо наложить на обожжённое место стерильную повязку и отправить пострадавшего в медицинское учреждение.

Обморожения. При переохлаждении кожи её кровеносные сосуды сужаются, кожные покровы белеют и теряют чувствительность.

Пострадавшего необходимо доставить в тёплое помещение и как можно быстрее согреть обмороженные участки тела.



При сильном обморожении следует сделать теплоизолирующую повязку и дать пострадавшему горячее питьё. Важно, чтобы отогревание тканей происходило изнутри за счёт восстановления кровообращения. Теплоизолирующую повязку готовят так: обмороженный участок обкладывают ватой и тщательно укутывают, например тёплым платком (рис. 114).

УГРЕВАЯ СЫПЬ, ГОРМОНАЛЬНЫЕ И ГИПОВИТАМИНОЗНЫЕ КОЖНЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ; ГРИБКОВЫЕ И ПАРАЗИТАРНЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ КОЖИ: ЧЕСОТКА, СТРИГУЩИЙ ЛИШАЙ; ОЖОГИ: ХИМИЧЕСКИЕ И ТЕРМИЧЕСКИЕ; ОБМОРОЖЕНИЯ.

Вопросы

1. Почему с кожи необходимо удалять излишки пота и сала?
2. Как следует ухаживать за кожей лица, рук и ног?

3. Каковы особенности ухода за кожей в подростковом возрасте?
4. Какими гигиеническими качествами должны обладать одежда и обувь?
5. Какие нарушения состояния кожи связаны с гиповитаминозами?
6. Какие нарушения состояния кожи связаны с гормональными изменениями в организме?
7. Чем опасны грибковые заболевания?
8. Кто является возбудителем чесотки?

Задания

1. Повторите материал об аллергии (§ 19) и объясните, что может произойти с кожей при попадании в организм аллергенов. Как избежать аллергических реакций?
2. Назовите меры первой помощи при химических и термических ожогах.
3. При обморожении многие люди растирают замёрзшие участки снегом. Объясните, почему это категорически нельзя делать.
4. Обсудите в классе, как следует правильно оказывать первую помощь при ожогах и обморожениях. Составьте общую памятку по мерам доврачебной помощи.

Эксперименты

1. Вода не смачивает и не растворяет жир. В этом нетрудно убедиться, если потереть пальцами лезвие безопасной бритвы и осторожно положить бритву плашмя на поверхность воды, налитой в блюдце. Бритва плавает, так как кожный жир, оставшийся на её поверхности, отталкивает воду, не даёт ей смочить металл. Добавьте в воду немного мыльной пены. Почему через некоторое время бритва тонет? Почему вода с мылом лучше очищает кожу?
2. Возьмите бумажную салфетку и крепко прижмите её к лицу. Затем возьмите салфетку в руки и рассмотрите жирные пятна. Они помогут установить, на каких участках лица жирная кожа, а на каких — сухая. Вспомните, как надо ухаживать за лицом и волосами в зависимости от типа кожи.
3. Перед тем как употреблять шампунь, налейте воду в стакан и прилейте в него немного шампуня. Взболтайте и посмотрите, есть ли осадок. В случае его появления употреблять этот шампунь не стоит: он рассчитан на воду другой жёсткости.

§ 41. Терморегуляция организма. Закаливание

1. Что такое терморегуляция?
2. Почему для поддержания постоянной температуры тела необходимы рецепторы холода и рецепторы тепла?
3. Что надо делать при солнечном и тепловом ударе?
4. Что такое закаливание и как его осуществлять?

Выработка тепла и теплоотдача. *Терморегуляцией* называют уравновешивание выработки тепла в организме и теплоотдачи во внешнюю среду. Повышение или понижение выработки тепла регулируется нейрогуморальным путём. При понижении температуры окружающей среды происходит повышение интенсивности обмена веществ и усиление теплопродукции. При повышении температуры окружающей среды теплопродукция снижается, а теплоотдача увеличивается.

В теплоотдаче главную роль играет кожа. При повышении температуры внешней среды раздражаются *тепловые рецепторы* кожи (см. рис. 110) и рефлекторно расширяются кровеносные капилляры — кожа краснеет, начинается потоотделение. При расширении сосудов через кожу протекает большее количество крови, усиливается теплоотдача и температура тела снижается. Этим устраняется опасность перегрева.

Холод раздражает *холодовые рецепторы*. Потоотделение при этом уменьшается, происходит сужение кровеносных сосудов, тепла отдаётся меньше. Температура во внутренней среде организма (и, следовательно, температура крови) повышается. Параллельно происходит усиление теплообразования. Таким образом, и здесь действуют механизмы саморегуляции: отклонение температуры тела от нормы вызывает рефлексы, восстанавливающие нормальную температуру. Контроль за поддержанием верхней температурной границы осуществляют тепловые рецепторы, нижней — рецепторы холода.

Первая помощь при тепловом и солнечном ударе. При неблагоприятных внешних условиях возможны нарушения терморегуляции. Так, при высокой температуре

и большой влажности воздуха, особенно в сочетании с физической нагрузкой, может произойти перегревание организма.

Опасное для здоровья перегревание организма называют *тепловым ударом*. В этом случае температура тела поднимается до 39—40 °С, возникают головокружение, головная боль, шум в ушах, обильное потоотделение, бледность, резкая слабость, вплоть до потери сознания. Частота дыхания и сокращений сердца резко увеличены, возможны судороги.

При длительном пребывании с непокрытой головой под прямыми солнечными лучами может произойти *солнечный удар* — перегревание головы. Болезненные явления при этом сходны с теми, что возникают при тепловом ударе, но могут развиваться даже без повышения температуры и влажности окружающего воздуха.

Первая помощь при тепловом и солнечном ударе заключается в том, чтобы уложить пострадавшего в прохладном месте, приподняв его голову и расстегнув одежду. Чтобы увеличить отдачу тепла, на его лоб и область сердца кладут смоченную прохладной водой ткань или полиэтиленовый пакет с холодной водой. Если человек не потерял сознание, ему дают пить крепкий чай, холодную воду. При потере сознания и нарушении дыхания производят искусственное дыхание и непрямой массаж сердца (см. § 29).

Закаливание. Постепенное приспособление организма к неблагоприятным факторам окружающей среды, в первую очередь холоду, называют *закаливанием*. При этом совершенствуются сосудистые рефлексы и другие способы терморегуляции, укрепляется иммунная система. В процессе закаливания организм постепенно подвергается действию низких температур воды и воздуха, осторожному облучению солнцем.



Что происходит при охлаждении тела, например при купании в реке? Сначала сужаются кожные сосуды, кровь отливает к внутренним органам, кожа бледнеет. Учащаются и усиливаются сокращения сердца, повышается артериальное давление крови, появляется озноб (непроизвольное сокращение мышц), ведущий к усилению теплопродукции. Температура тела при этом повышает-

ся. Вслед за этим кожа краснеет и возникает ощущение тепла во всём теле, так как теплопродукция начинает превышать потерю тепла. При дальнейшем охлаждении кожа вновь бледнеет, губы синеют, по телу пробегает крупная дрожь (так называемый вторичный озноб) — это признаки опасного для здоровья переохлаждения.

Процедуры закаливания проводят регулярно. Если их прервать, устойчивость к холоду вновь снизится. После какого-либо заболевания интенсивность и продолжительность закаливающих воздействий следует возобновлять постепенно.

Способы закаливания. *Закаливание водой* в домашних условиях начинают с температуры примерно 28—30 °С и снижают её каждые 2—3 дня на градус, доводя до 15—18 °С. Обтирать тело следует тканью или губкой, начиная с верхней части туловища. Заканчивают процедуру обтиранием тела полотенцем в направлении от конечностей к сердцу. В последующем можно перейти к обливанию или прохладному душу.

Людям, которые склонны к простудным заболеваниям, рекомендуют дополнительно закаливать ноги и полоскать горло холодной водой. Ноги погружают в воду комнатной температуры на 1—2 мин, а затем растирают. Температуру воды постепенно доводят до 10 °С. Можно попеременно на 1—2 мин погружать обе ступни в воду с температурой 40° и 15 °С с последующим их растиранием. Полезно летом ходить босиком по песку, рыхлой земле.

Воздушные ванны (14—20 °С) тоже являются полезными закаливающими процедурами, которые целесообразно сочетать с активными движениями. Их продолжительность следует постепенно увеличивать от 3—5 мин до часа.



Солнечные ванны. Продолжительность солнечных ванн первоначально не должна превышать 5—10 мин. Увеличивать время пребывания на солнце следует на несколько минут в день. В дальнейшем можно загорать около часа, но с перерывами для отдыха в тени.



Не следует стремиться быстро приобрести красивый равномерный загар, так как, кроме ожогов кожи, это может привести к обострению хронических заболеваний, к возникновению злокачественных опухолей кожи и внутренних органов. Наиболее рациональное время

для загорания на юге — с 8 до 11 ч, в средней полосе — с 10 до 12 ч.

Благодаря закаливанию человек способен сохранять высокую работоспособность и легче переносить климатические невзгоды.

ТЕРМОРЕГУЛЯЦИЯ, ТЕПЛООБРАЗОВАНИЕ, ТЕПЛООТДАЧА, ТЕПЛОВОЙ УДАР, СОЛНЕЧНЫЙ УДАР, ЗАКАЛИВАНИЕ.

Вопросы

1. Что такое терморегуляция и как она поддерживается в организме?
2. Каковы признаки теплового и солнечного удара? Назовите меры первой помощи.
3. Как предупредить перегрев тела, тепловой и солнечный удар?
4. Почему для организма опасна большая потеря жидкости и солей?
5. Что такое закаливание? На каких физиологических явлениях оно основано?
6. Каково значение закаливания для сохранения и укрепления здоровья?
7. Каковы способы закаливания?
8. Почему при загаре надо соблюдать осторожность?

Задания

1. Объясните, почему в коже имеются тепловые и холодовые рецепторы, а не один — температурный.
2. Напишите в таблице, что будет происходить при раздражении теплового рецептора кожи, а что — при раздражении холодового рецептора.

Рецепторы	Сосуды кожи	Потоотделение	Общий эффект
Холодовой			Тепло сохраняется
Тепловой			Тепло рассеивается

3. Опишите, какие закаливающие процедуры вы делаете.

4. Обсудите в классе различные способы закаливания. Проведите дискуссию на тему «Купание в проруби — путь к здоровью или стресс для организма?».
5. Алкоголь вызывает расширение сосудов. Какой человек, трезвый или пьяный, быстрее замёрзнет на морозе? Объясните почему.

§ 42. Выделение

1. **Какие системы органов поддерживают постоянство внутренней среды организма?**
2. **Какие органы относят к мочевыделительной системе?**
3. **Каковы строение и функции почки?**
4. **Как функционирует нефрон?**
5. **Как предупредить мочекаменную болезнь и почечную инфекцию?**

Значение выделения. В результате биологического окисления в тканях образуются продукты распада: углекислый газ, вода, соли азота, фосфора и другие вещества. Пары воды и углекислый газ удаляются из организма лёгкими. Жидкие продукты распада, содержащие атомы азота, серы, фосфора и некоторые другие, выводятся из организма почками и частично потовыми железами. Избытки этих веществ вредны для организма, их содержание в плазме крови может колебаться лишь в небольших пределах. Через желудочно-кишечный тракт удаляются желчные пигменты и соли тяжёлых металлов.



Основная функция органов выделения — поддержание постоянства внутренней среды организма, и прежде всего плазмы крови.

Органы мочевыделения — это *почки*, *мочевые пути* — *мочеточники*, *мочевой пузырь* и *мочеиспускательный канал* (рис. 115). Кровь приходит в почки по почечным артериям. В почках она очищается от ненужных веществ и по почечным венам поступает обратно в кровоток. Ненужные вещества отфильтровываются почками и в виде мочи по мочеточникам попадают в мочевой пузырь. Выход из него в мочеиспускательный канал закрыт сфинктером —



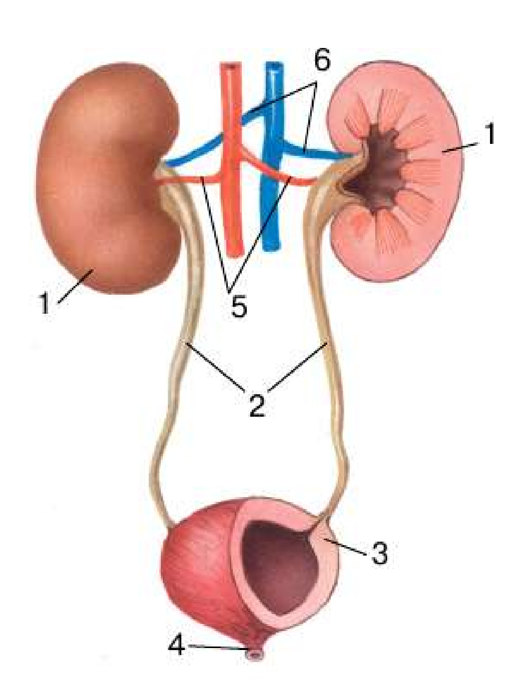


Рис. 115. Система органов мочевыделения: 1 — почки; 2 — мочеточники; 3 — мочевой пузырь; 4 — мочеиспускательный канал; кровеносные сосуды: 5 — почечные артерии; 6 — почечные вены

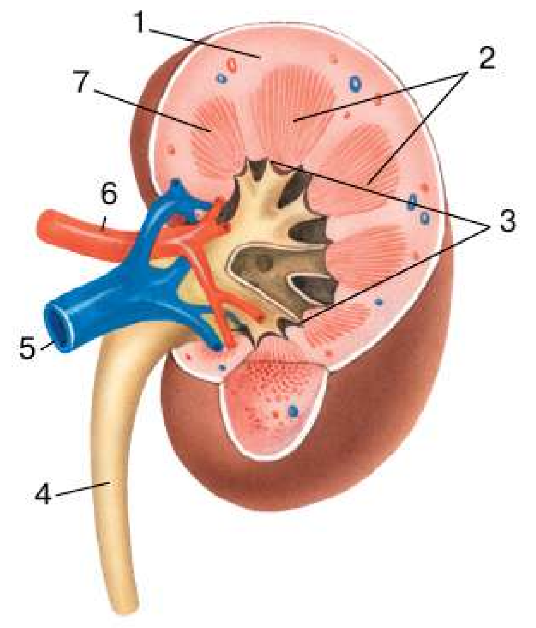


Рис. 116. Строение почки: 1 — корковое вещество; 2 — мозговое вещество; 3 — почечная лоханка; 4 — мочеточник; 5 — почечная вена; 6 — почечная артерия; 7 — почечная пирамида

круговой мышцей, которая расслабляется лишь в момент мочеиспускания. При этом стенки мочевого пузыря сокращаются и выталкивают мочу наружу.

Строение и работа почек. Почки — это парные органы бобовидной формы (рис. 116). Вогнутую часть, обращённую к позвоночнику, называют *воротами почки*. В ворота каждой почки входит мощная почечная артерия, несущая неочищенную кровь, а выходят из них парные почечные вены и мочеточник. Вены несут очищенную от жидких продуктов распада кровь в нижнюю полую вену, а мочеточник — вещества, подлежащие удалению, в мочевой пузырь.

В каждой почке различают наружное *корковое вещество* и внутреннее *мозговое вещество*. Последнее состоит из *почечных пирамид* (рис. 117). Их основания примыкают к корковому веществу почки, а вершины направлены в *почечную лоханку* — резервуар, где собирается моча перед поступлением в мочеточник.



Рис. 117. Здоровая почка;
тёмные сегменты в середине — почечные пирамиды

Нефроны. В каждой почке насчитывают около миллиона микроскопических единиц, в которых происходит фильтрация плазмы крови. Их называют *нефронами*. Нефрон состоит из капсулы, которая переходит в тонкий и длинный извитой каналец (рис. 118). Капсула нефрона напоминает бокал с двумя стенками. Щель между ними (полость капсулы) сообщается с канальцем.

В капсуле происходит фильтрация крови: часть плазмы крови проходит через стенку кровеносного сосуда в щель капсулы. В артериолах остаются форменные элементы и белки. В каналец нефрона попадают вода, продукты распада — мочевина, соли мочевой, фосфорной и щавелевой кислот, карбонаты, а также питательные вещества — глюкоза, аминокислоты, витамины. Все эти вещества составляют *первичную мочу*, которая по своему составу мало отличается от плазмы крови. Первичная моча продвигается вдоль канальца, здесь из неё обратно в кровь всасываются все нужные организму вещества, в том числе и большая часть воды. В канальце остаётся то, что организму не нужно. Всё это составляет *вторичную*, или *конечную, мочу*. Из извитых канальцев моча поступает в *собирательные трубочки*, которые объединяются и выносят вторичную мочу к верхушкам почеч-

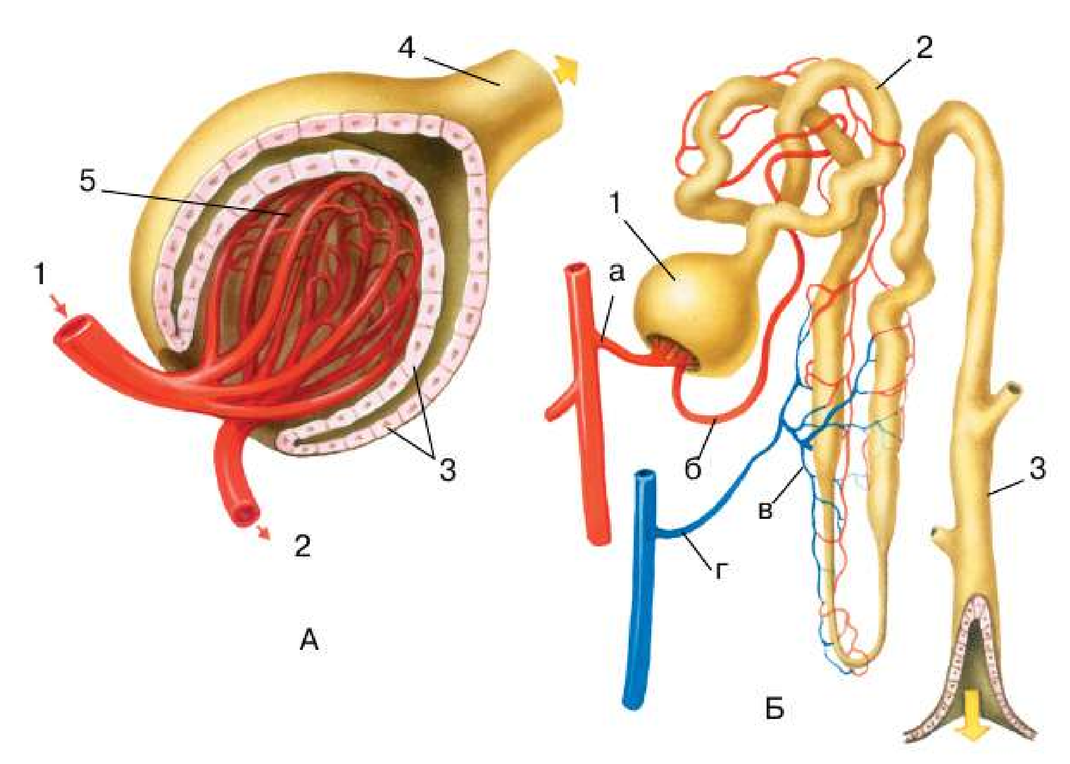


Рис. 118. Строение нефрона.
А — капсула нефрона: 1 — приносящая артерия; 2 — выносящая артерия;
3 — эпителиальная стенка капсулы (внешняя и внутренняя);
4 — каналец нефрона; 5 — клубок капилляров;
Б — нефрон: 1 — капсула нефрона; 2 — каналец нефрона;
3 — собирательная трубочка. Кровеносные сосуды нефрона: а — приносящая артерия;
б — выносящая артерия; в — капилляры канальца нефрона; г — вена нефрона

ных пирамид. Каждая пирамида имеет несколько точечных отверстий, через которые моча попадает в почечную лоханку.

Почечные капсулы и часть извитых канальцев находятся в корковом веществе почки. Мозговое вещество почек образовано в основном извитыми канальцами и собирательными трубочками. Чтобы образовался 1 л вторичной мочи, через почечные канальцы должно пройти до 125 л первичной мочи (124 л всасывается обратно).

Вторичная моча представляет собой концентрированный раствор солей мочевой, щавелевой, фосфорной и других кислот, а также мочевины.

Предупреждение почечных заболеваний. Нарушение работы почек приводит к изменению состава внутренней среды организма, а это нарушает обмен веществ и работу органов. Поэтому заболевания почек опасны для жизни.

При повреждении почечных капсул в канальцы попадают белки и форменные элементы крови. Они не могут вернуться обратно в кровь и удаляются вместе с мочой. При повреждении канальцев нарушается обратное всасывание необходимых организму веществ, и они в избыточном количестве выводятся из организма. В результате в организме возникает их недостаток. Нарушение фильтрации воды приводит к отёкам.

Следует помнить, что через почки многократно проходит вся имеющаяся в организме кровь. Поэтому любые вредные вещества, даже если они находятся в крови в небольшом количестве, действуют на клетки нефронов, нарушая их работу. К такого рода веществам относятся алкоголь, вещества, содержащиеся в острой и пряной пище (например, уксус, перец, горчица), избыток поваренной соли.

Поскольку через нефроны проходит вся кровь организма, в почки могут попадать и болезнетворные микроорганизмы — из кариозных зубов, из миндалин при хроническом тонзиллите.

При нарушении правил личной гигиены и при охлаждении нижней части тела инфекция может распространяться и вверх по мочевым путям — от мочеиспускательного канала к мочевому пузырю, а затем по мочеточникам — к почкам (рис. 119).

Нарушение обмена веществ или избыточное потребление пищи, содержащей соли щавелевой, мочевой и фосфорной кислот, так же как и задержка мочеиспускания,

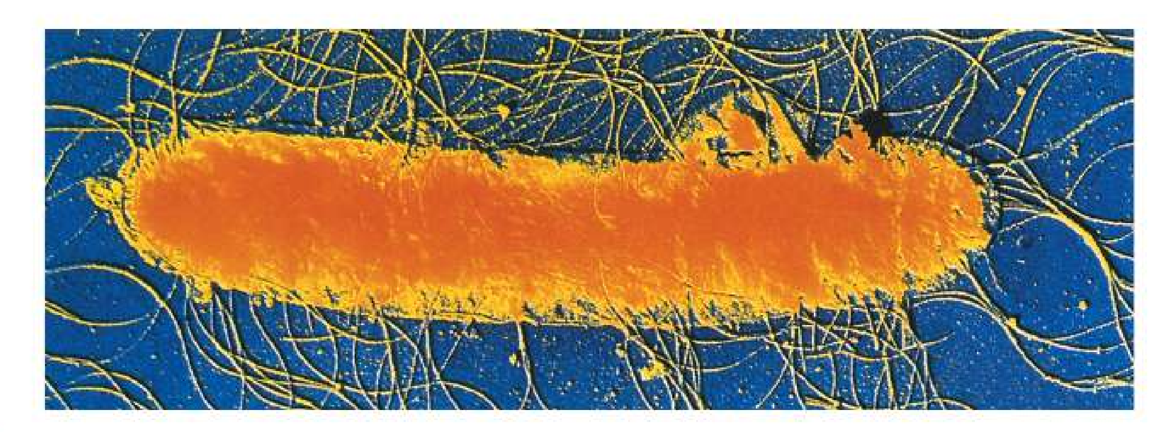


Рис. 119. Бактерия Proteus mirabilis — частая причина инфекции мочевыводящих путей (микрофотография)

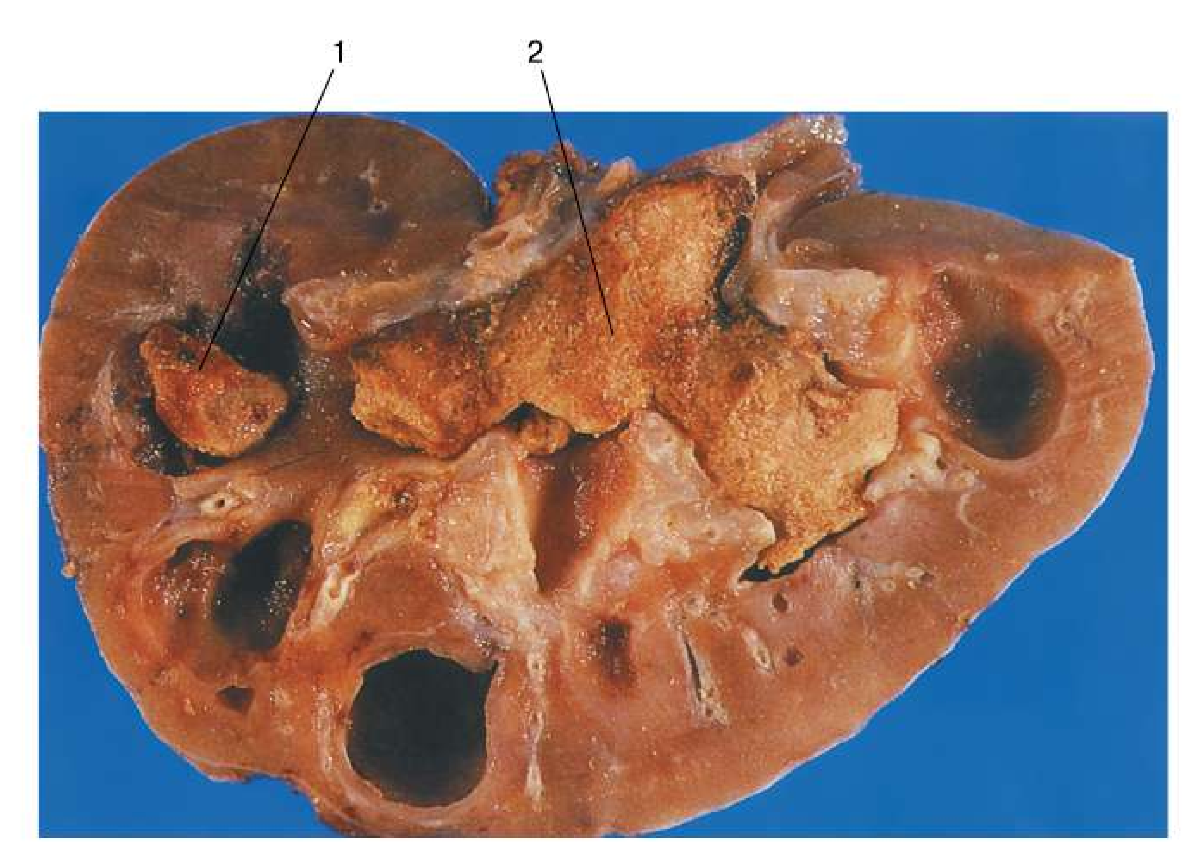


Рис. 120. Мочекаменная болезнь (камни в почках): 1 — камень в полости почечной чашки; 2 — крупный разветвлённый (коралловидный) камень в почечной лоханке

может привести к появлению камней в почечной лоханке или мочевом пузыре, что может стать причиной мочекаменной болезни (рис. 120, 121).

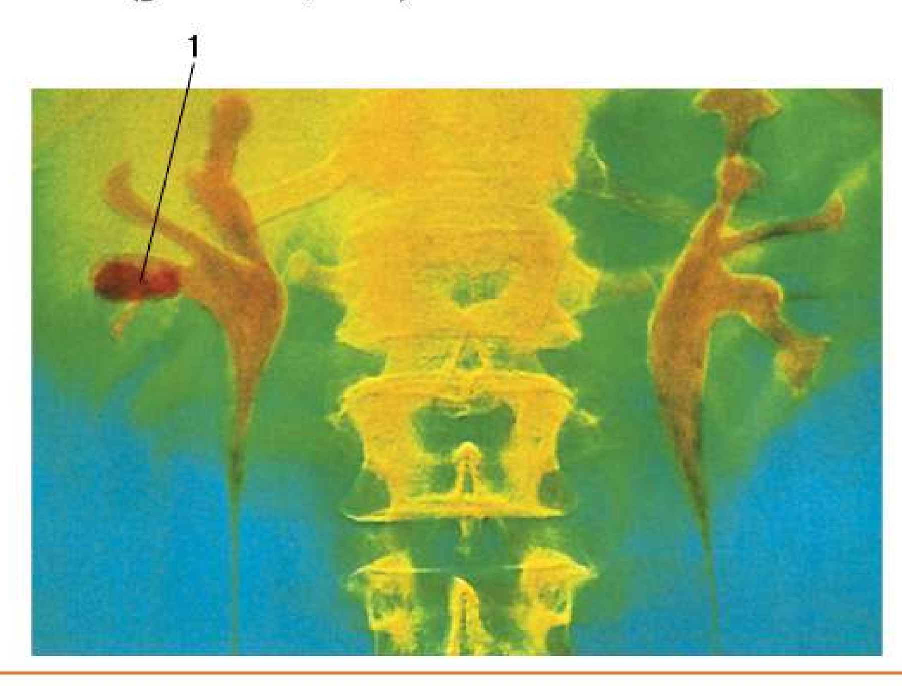


Рис. 121. Камень в почке (1) (рентгеновский снимок в псевдоцветах)

ОРГАНЫ МОЧЕВЫДЕЛЕНИЯ: ПОЧКИ, МОЧЕТОЧНИКИ, МОЧЕВОЙ ПУЗЫРЬ, МОЧЕИСПУСКАТЕЛЬНЫЙ КАНАЛ; КОРКОВОЕ И МОЗГОВОЕ ВЕЩЕСТВО ПОЧКИ, ПОЧЕЧНЫЕ ПИРАМИДЫ, ПОЧЕЧНАЯ ЛОХАНКА, НЕФРОН, ПЕРВИЧНАЯ МОЧА, ВТОРИЧНАЯ МОЧА, МОЧЕКАМЕННАЯ БОЛЕЗНЬ.

Вопросы

1. Какие органы принимают участие в поддержании постоянства внутренней среды организма?
2. Как взаимосвязаны строение и функция системы мочевыведения?
3. Как устроен нефрон и каковы его функции?
4. Чем отличается кровь, поступающая в почки через почечную артерию, от крови, выходящей из почки по почечным венам?
5. Как вы считаете, почему выведение из организма непереваренных остатков пищи не относят к выделительной функции?

Задания

1. Назовите основные меры профилактики болезней почек.
2. Изобразите схематично этапы образования мочи и процессы, происходящие на этих этапах.
3. Рассмотрите рисунок 118. Обратите внимание, что входящая в капсулу артерия толще, чем выходящая. Из-за разности сечений сосудов в капиллярах внутри капсулы создаётся избыточное давление. Объясните, что обеспечивает это давление.

Основные положения главы 10

Кожа выполняет защитную, терморегуляционную, дыхательную, обменную и другие функции. Она защищает внутреннюю среду организма от потери влаги, проникновения микроорганизмов, механических повреждений. Производными кожи являются волосы и ногти.

Кожа человека включает наружный слой — **эпидермис**, находящуюся под ним собственно кожу — **дерму** и подкожную жировую клетчатку, соединяющую её с глубже лежащими тканями, — **гиподерму**.

На состояние кожи влияют эндокринная система, питание, наличие витаминов в пище, заболевания внутренних

органов. Кроме бактерий и вирусов, кожу могут поражать грибковые инфекции, клещи и другие паразиты. Возможны различные травмы: ожоги, обморожения, механические повреждения.

Постоянная температура тела поддерживается за счёт двух противоположных процессов: теплообразования и теплоотдачи. Теплообразование происходит за счёт биологического окисления органического вещества с выделением энергии, теплоотдача — за счёт рассеивания тепла с поверхности кожи и лёгочных альвеол. Теплоотдача с поверхности кожи регулируется нервной и эндокринной системами. Они сужают и расширяют кожные сосуды и контролируют потоотделение.

Температурное постоянство внутренней среды поддерживается двумя рефлекторными системами. Одна из них начинается с рецепторов холода, другая — с рецепторов тепла. Превышение верхней или нижней температурной границы запускает соответствующие рефлексы, возвращающие температуру тела к норме.

Процедуры, повышающие устойчивость организма к изменениям температуры внешней среды, главным образом к холоду, называют закаливанием. Закаливанием надо заниматься систематически, постепенно снижая температуру воздействия. Закаливание тренирует процессы теплообразования и теплоотдачи, повышает эффективность работы иммунной системы.

Процессы выделения в основном осуществляют лёгкие, кожа и почки. Органы мочевыделения — почки, мочеточники, мочевой пузырь и мочеиспускательный канал.

Почки — парные органы, расположенные в поясничной области по обеим сторонам позвоночника.

Функциональной единицей почки является нефрон. Почка действует как биологический фильтр. По артерии к ней поступает кровь, содержащая продукты метаболизма. После фильтрации крови в капсуле нефрона образуется первичная моча. В дальнейшем все нужные организму вещества из первичной мочи возвращаются обратно в кровь, а вредные и лишние в составе вторичной мочи выводятся из организма. Очищенная кровь оттекает от почки по венам.



Глава **11**

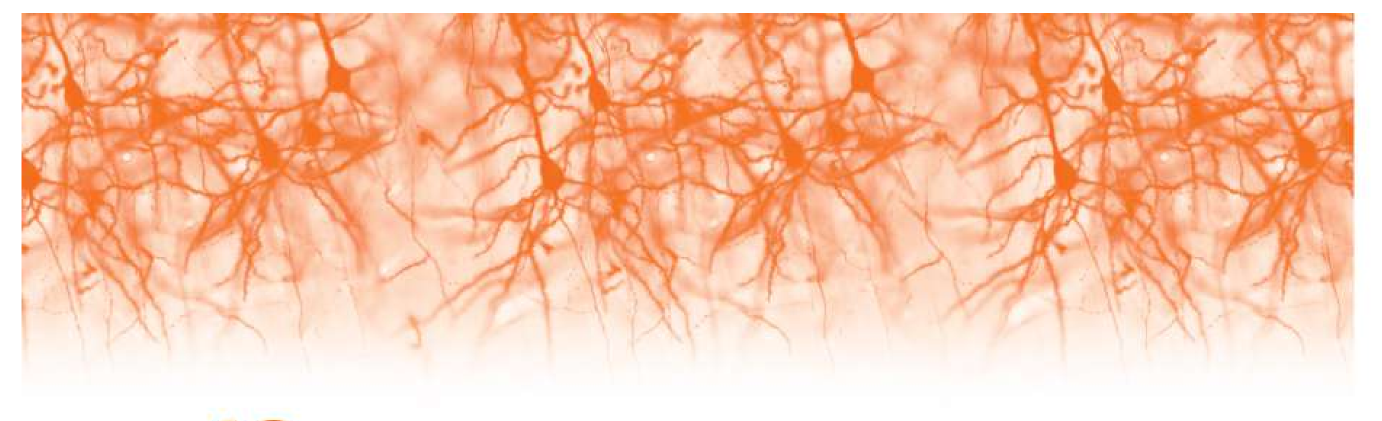
Нервная система

Из этой главы вы узнаете

- о строении и функциях спинного и головного мозга, нервов и нервных узлов;
- о врождённых и приобретённых рефлексах;
- об осознанных и неосознанных действиях;
- о функционировании соматического и автономного (вегетативного) отделов нервной системы

Вы научитесь

- выделять существенные признаки процесса регуляции жизнедеятельности организма;
- различать на таблицах и муляжах органы нервной системы;
- проводить функциональные пробы и физиологические тесты, позволяющие выявить особенности нервной системы



§ 43. Значение нервной системы

1. **Почему невозможно насытиться за один раз на всю жизнь?**
2. **В чём заключается активность организма?**
3. **Что такое психика?**

Нервная система обеспечивает относительное постоянство внутренней среды организма. Обмен веществ в каждом организме осуществляется непрерывно. Одни вещества расходуются и выводятся из организма, другие поступают извне. Нервная система, а вместе с ней и железы внутренней секреции автоматически поддерживают равновесие между поступлением и использованием веществ, обеспечивая колебание жизненно важных показателей в допустимых пределах. Благодаря этому поддерживается *гомеостаз*, относительное постоянство внутренней среды: кислотно-щелочное равновесие, количество минеральных солей, кислорода и углекислого газа, продуктов распада и питательных веществ, в крови — величина артериального давления и температура тела.

Нервная система согласует работу всех органов. Для поддержания гомеостаза организм получает из внешней среды кислород, питательные вещества, минеральные соли, воду, а продукты метаболизма выделяет обратно. Нужда в том, что необходимо для поддержания жизни, для роста и развития, называется *потребностью*. Наиболее простыми биологическими потребностями являются потребности в приёме пищи, питье воды, сохранении тепла. Эти потребности называют базовыми. Однако человек — существо не только биологическое, но и социальное. Мы

живём в обществе, поэтому каждому из нас свойственны также социальные и творческие потребности (вторичные потребности). К ним относят, например, потребность учиться — приобретать новые знания, потребность делиться приобретёнными знаниями, передавая их другим людям, потребность в творчестве, в общении и многие другие. Чтобы удовлетворить свои потребности, организму приходится проявлять активность. Надо найти пищу, укрыться от непогоды, уйти от преследования, встретиться с особью противоположного пола и т. п.

Работу по согласованию действий органов в организме выполняет нервная система. Она определяет порядок сокращения мышечных групп, интенсивность дыхания и сердечной деятельности, осуществляет контроль и коррекцию результатов действия. Напомним, что по прямым связям идут «приказы» мозга, адресованные органам, а по обратным связям — сигналы в мозг от органов, информирующие, насколько успешно эти «приказы» выполнены. Последующее действие не пройдёт, пока не будет выполнено предыдущее и не будет достигнут положительный эффект.

Нервная система обеспечивает выживание организма как целого. Чтобы выжить, организму необходимо получать информацию об объектах внешнего мира. Вступая в жизнь, человек постоянно сталкивается с определёнными предметами, явлениями, ситуациями. Некоторые из них для него необходимы, некоторые опасны, другие безразличны.

С помощью органов чувств нервная система осуществляет опознание объектов внешнего мира, оценку их, запоминание и переработку полученной информации, направленной на удовлетворение возникающих потребностей. Наконец, она участвует в организации деятельности, которая приводит к удовлетворению возникающих потребностей.

Даже безразличные на первый взгляд сведения могут стать сигналами жизненно важных событий и оказаться полезными. Мозг способен нормально работать только тогда, когда он получает и перерабатывает информацию извне. Изоляция человека на длительный срок приводит к психическим расстройствам.

Мозг и психика. *Психика* — это субъективное отражение окружающей действительности и внутреннего мира человека. Она включает различные процессы, такие как восприятие, память, воображение, мышление, волю и чувства, умения и навыки, а также привычки, интересы, способности. Субъективность психики заключается в том, что возникающие в сознании образы и переживания нельзя непосредственно передать другому человеку. Можно лишь рассказать о них, изобразить, но не «вложить» их в чужую голову.

Головной мозг обеспечивает осуществление психических процессов. Однако суть психической деятельности и поступков людей определяется мозгом и окружающей обстановкой. В этом и заключается сущность воспитания. С раннего детства каждый человек усваивает определённые правила, действующие в том или ином обществе. Они в значительной степени определяют поведение человека и его материальные и духовные запросы.

ПОТРЕБНОСТИ, АКТИВНОСТЬ, ОПОЗНАНИЕ ОБЪЕКТОВ, СУБЪЕКТИВНОЕ ОТРАЖЕНИЕ.

Вопросы

1. Как обеспечивается относительное постоянство внутренней среды?
2. Почему без согласованной работы органов нельзя достичь полезного эффекта в деятельности?
3. Почему жизненно важные показатели колеблются в определённых границах (от — до)?
4. Можно ли конкретные поступки человека объяснить только свойствами его нервной системы? Почему?
5. Что называют психикой?

Задания

1. Составьте и заполните схему «Значение нервной системы».
2. В настоящее время существует множество определений понятия «психика». Говорящие, по сути, об одном и том же, эти определения несколько отличаются друг от друга. Используя дополнительную литературу и ресурсы Интернета, найдите несколько таких определений. Какое из них вам кажется наиболее понятным и полным?

§ 44. Строение нервной системы. Спинной мозг

1. **Что относится к центральной, а что — к периферической нервной системе?**
2. **Какие нервы являются чувствительными, а какие — исполнительными и смешанными?**
3. **Где находится спинной мозг?**
4. **Каково его строение?**
5. **В чём проявляются рефлекторная и проводящая функции спинного мозга?**



Части нервной системы. Как у всех позвоночных, нервная система человека состоит из *центральной* и *периферической* частей. К центральной части относятся головной и спинной мозг, к периферической — нервы, нервные узлы и нервные окончания (рис. 122).

В центральной нервной системе сосредоточено большое число нейронов. Их тела вместе с дендритами образуют *серое вещество мозга*. На поверхности головного мозга они образуют кору, а их скопления внутри белого вещества образуют ядра. Тела нейронов периферической нервной системы находятся в особых скоплениях — нервных узлах (нервных ганглиях).

Длинные отростки, покрытые оболочками, — это нервные волокна. В центральной нервной системе они образуют белое вещество, а на периферии входят в состав нервов.

Различают чувствительные, исполнительные и смешанные нервы. По чувствительным нервам сигналы идут в центральную нервную систему. Они информируют мозг о состоянии внутренней среды и событиях, происходящих в окружающем мире. Исполнительные нервы несут сигналы от мозга к органам, управляя их деятельностью. Смешанные нервы включают как чувствительные, так и исполнительные нервные волокна.

Спинной мозг лежит в позвоночном канале (рис. 123, А). Он представляет собой цилиндрический тяж диаметром около 1 см. Вверху спинной мозг переходит в головной, внизу

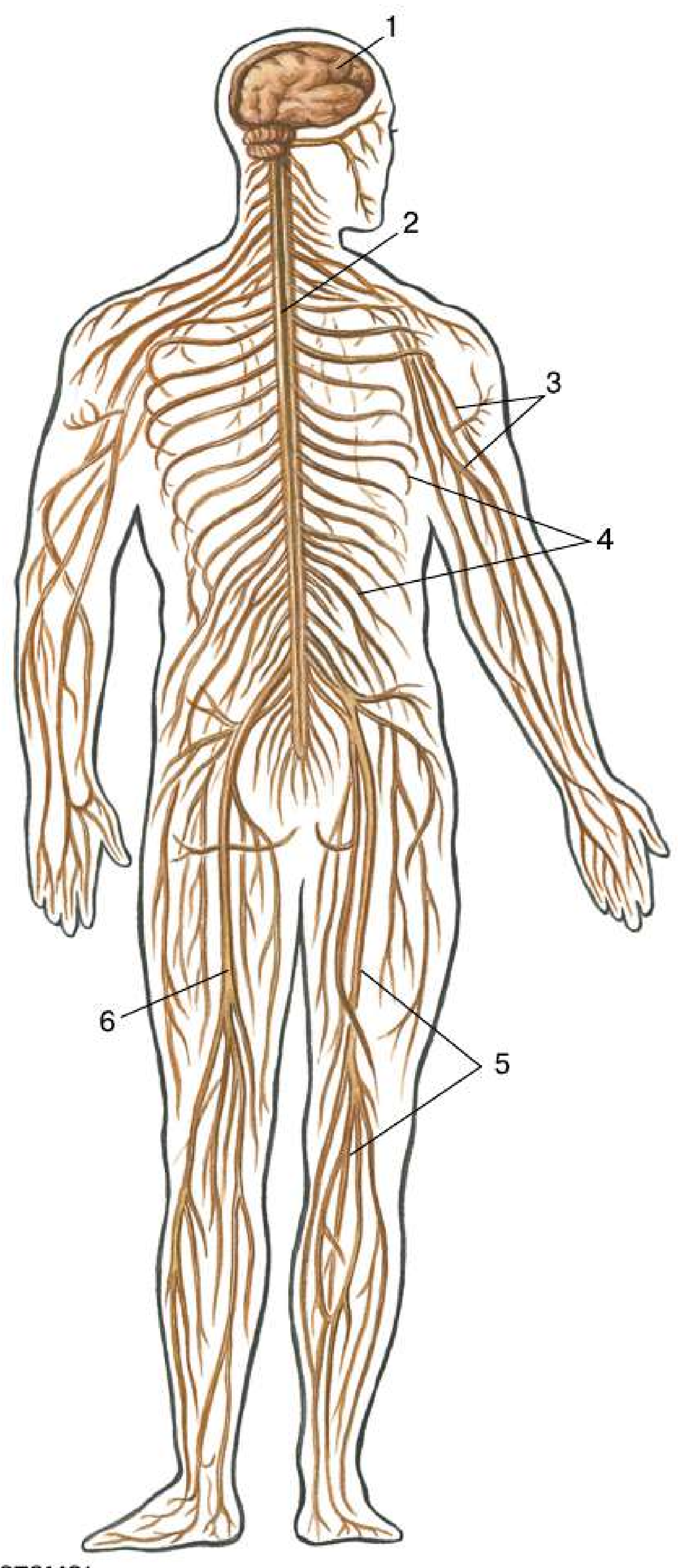


Рис. 122. Нервная система:
1 — головной мозг; 2 — спинной мозг; 3 — нервы верхней конечности;
4 — межрёберные нервы; 5 — нервы нижней конечности; 6 — седалищный нерв

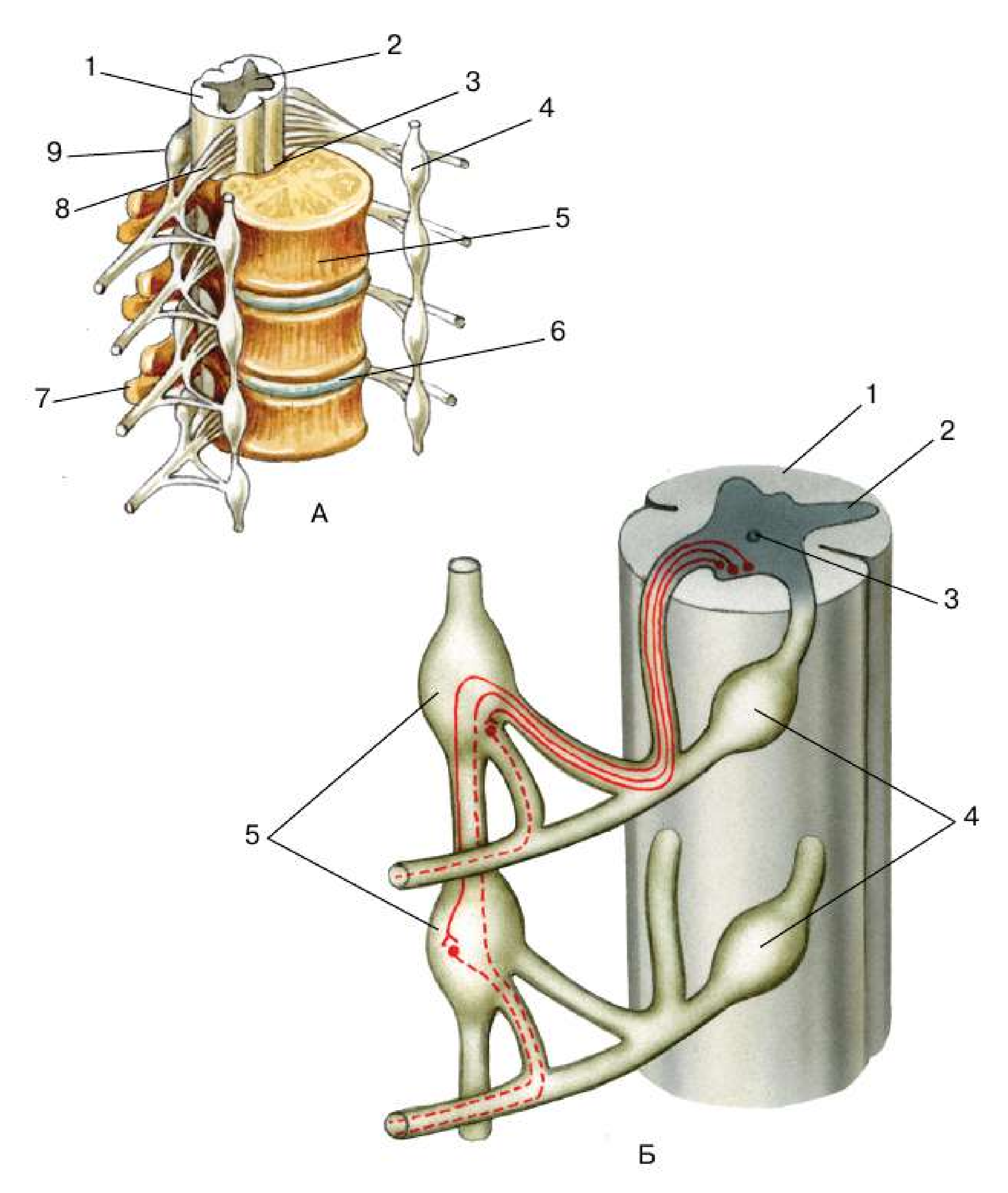


Рис. 123. Спинной мозг в позвоночном канале.
А — положение спинного мозга и нервных узлов:
1 — белое вещество спинного мозга; 2 — серое вещество спинного мозга;
3 — позвоночный канал; 4 — симпатические нервные узлы; 5 — тело позвонка;
6 — межпозвоночный диск; 7 — остистый отросток позвонка;
8 — передние корешки спинномозговых нервов;
9 — задние корешки спинномозговых нервов с чувствительными узлами;
Б — спинной мозг (вид сбоку):
1 — белое вещество; 2 — серое вещество; 3 — центральный канал;
4 — чувствительные узлы на задних корешках спинномозговых нервов;
5 — симпатические нервные узлы



Рис. 124. Спинной мозг, поперечный разрез на уровне шейного отдела (микрофотография). В центре видна более тёмная «бабочка» серого вещества

оканчивается на уровне второго поясничного позвонка пучком отходящих от него нервов, напоминающим конский хвост.

Спинной мозг окружён *спинномозговой жидкостью*. Она обеспечивает постоянство внутренней среды и предохраняет спинной мозг от толчков и сотрясений.

На передней и задней поверхностях спинного мозга проходят глубокие борозды, делящие его на две симметричные половины, соединённые в глубине центральной перемычкой. В самом центре спинного мозга проходит центральный канал, также заполненный спинномозговой жидкостью.

Белое вещество располагается в наружной части спинного мозга. Оно содержит массу нервных волокон, связывающих нейроны спинного мозга между собой, а также с нейронами головного мозга.

Различают *восходящие* нервные пути, по которым нервные импульсы идут к головному мозгу, и *нисходящие* нервные пути, по которым нервные импульсы идут от головного мозга к нейронам спинного мозга. Вокруг центрального канала располагается серое вещество, состоящее из тел нейронов и их дендритов (рис. 123, Б). Оно занимает всю центральную часть спинного мозга и тянется по всей его длине в виде серых столбов. На по-

перечном разрезе серое вещество имеет вид бабочки (рис. 124).

В сером веществе спинного мозга различают передние, задние и боковые рога. Задние рога образованы телами вставочных нейронов. Эти нейроны воспринимают информацию от чувствительных нейронов, поступающую в мозг через задние корешки, и передают её дальше — или в головной мозг по восходящим путям, или другим нейронам спинного мозга. В передних рогах расположены двигательные нейроны (мотонейроны), управляющие скелетной мускулатурой. Боковые рога образованы скоплениями вегетативных нейронов симпатической нервной системы, которые управляют внутренними органами и железами.

Спинной мозг выполняет *рефлекторную* и *проводящую* функции. Вспомним, как осуществляется коленный рефлекс (рис. 125). Врач ударяет молоточком по сухожилию четырёхглавой мышцы пациента. Возникшее в рецепторах возбуждение направляется в спинной мозг, затем через синапсы переключается на исполнительные нейроны. Они посылают нервные импульсы к мышцам ноги, и она приходит в движение. Этот безусловный спинномозговой рефлекс происходит непроизвольно.

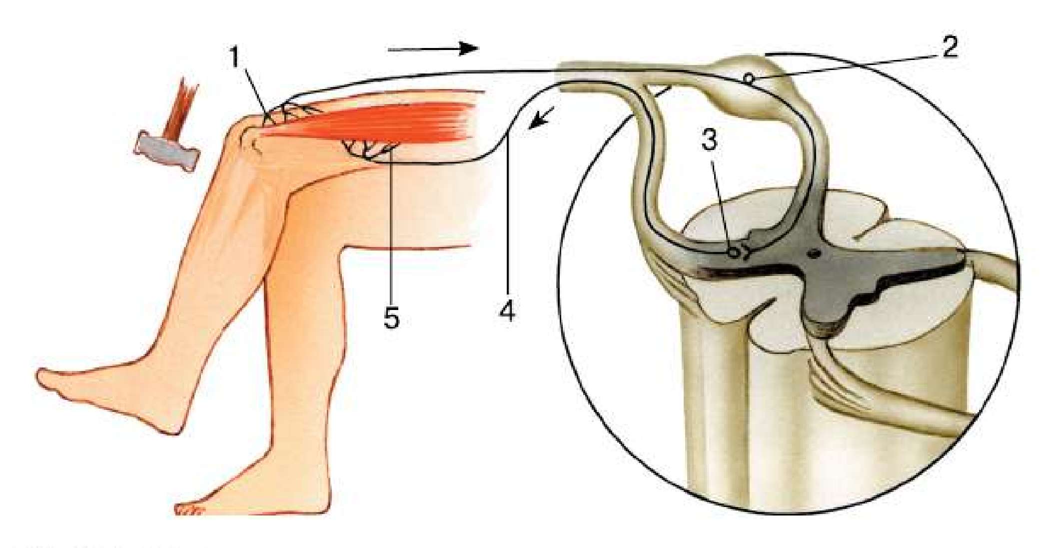


Рис. 125. Коленный рефлекс:
1 — рецепторы; 2 — чувствительный нейрон спинномозгового узла;
3 — двигательный нейрон; 4 — аксон двигательного нейрона;
5 — нервные окончания двигательного нейрона в мышцах (стрелками показано направление распространения нервного импульса)

Когда спинной мозг выполняет рефлекторную функцию, рефлекторная дуга замыкается на уровне спинного мозга. Это, однако, не значит, что головной мозг не получает информацию о спинномозговых рефлексах: пациент чувствует удар и движение ноги. В мозг эта информация приходит по восходящим путям, благодаря проводящей функции спинного мозга. Она же позволяет снизить или повысить рефлекторный эффект, совершать произвольные действия. Например, мы можем преднамеренно качнуть ногой. Это возможно потому, что из головного мозга по нисходящим путям к нейронам спинного мозга поступают возбуждающие или тормозящие сигналы.

Произвольные движения регулируются головным мозгом, но приводят в действие конкретные мышцы туловища и конечностей импульсы, приходящие к мышцам от двигательных нейронов спинного мозга. Эти нейроны образуют передние столбы (рога) серого вещества.

Связь спинного мозга с головным. Центры спинного мозга работают под контролем головного мозга. Импульсы, поступающие от него, стимулируют деятельность центров спинного мозга, поддерживают их тонус. Если нарушена связь между спинным и головным мозгом, что бывает при повреждении позвоночника, наступает спинальный шок. При этом шоке все рефлексы, центры которых лежат ниже повреждений спинного мозга, пропадают, и произвольные движения становятся невозможными.

ЦЕНТРАЛЬНАЯ И ПЕРИФЕРИЧЕСКАЯ НЕРВНАЯ СИСТЕМА, СЕРОЕ И БЕЛОЕ ВЕЩЕСТВО, КОРА, ЯДРА, НЕРВНЫЕ УЗЛЫ, НЕРВНЫЕ ВОЛОКНА, СПИННОЙ МОЗГ, СПИННОМОЗГОВАЯ ЖИДКОСТЬ, ЦЕНТРАЛЬНЫЙ КАНАЛ, СЕРЫЕ СТОЛБЫ СПИННОГО МОЗГА, БЕЛОЕ ВЕЩЕСТВО — ВОСХОДЯЩИЕ И НИСХОДЯЩИЕ ПУТИ, РЕФЛЕКТОРНАЯ И ПРОВОДЯЩАЯ ФУНКЦИИ.

Вопросы

1. Что такое нервное волокно?
2. Чем различаются чувствительные, исполнительные и смешанные нервы?
3. Где расположен спинной мозг?

4. Как выглядит спинной мозг на поперечном сечении?
5. Какую функцию выполняют задние и передние столбы серого вещества спинного мозга?

Задания

1. Расскажите по рисунку 123 о строении спинного мозга. Назовите функции серого и белого вещества.
2. Начертите схему рефлекторной дуги отдёргивания руки от горячего предмета.

§ 45. Строение головного мозга. Продолговатый мозг, мост, мозжечок, средний мозг

1. Почему повреждение продолговатого мозга смертельно?

2. Как обеспечивается точность и плавность произвольных движений?

3. Почему мы реагируем на новизну?

Отделы головного мозга. Через затылочное отверстие спинной мозг сообщается с головным. Чёткой границы перехода нет.

Головной мозг состоит из следующих отделов: продолговатый мозг, мост, мозжечок, средний мозг, промежуточный и большие полушария головного мозга. Последние часто называют полушариями большого мозга, в отличие от полушарий мозжечка, малого мозга (рис. 126). Продолговатый мозг, мост и мозжечок относят к заднему мозгу, а промежуточный и большие полушария мозга — к переднему мозгу.

На уровне моста и продолговатого мозга проходит единый ствол мозга, но на уровне среднего мозга в нём внешне заметны две симметричные половины. В переднем мозге они разобщены и сообщаются между собой перемычками. Центральный канал спинного мозга продолжается и в головном. Между продолговатым мозгом и мозжечком образуется IV желудочек, а между симметричными половинами промежуточного мозга — III желу-

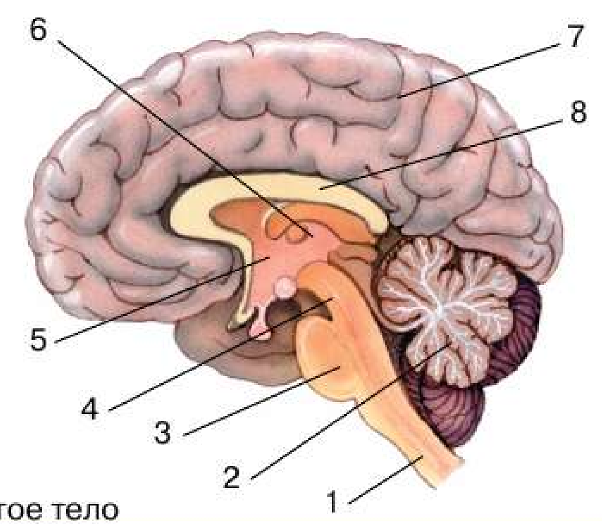


Рис. 126. Строение головного мозга:
1 — продолговатый мозг;
2 — мозжечок; 3 — мост;
4 — средний мозг;
5 — гипоталамус (промежуточный мозг);
6 — таламус (промежуточный мозг);
7 — большие полушария
головного мозга (большой мозг); 8 — мозолистое тело

дочек. В левом большом полушарии расположен I желудочек, в правом — II желудочек.

От ствола головного мозга отходят 12 пар черепно-мозговых нервов. Они связывают головной мозг с органами чувств, мышцами, внутренними органами грудной и брюшной полостей.

Продолговатый мозг и мост. Продолговатый мозг и мост являются непосредственным продолжением спинного мозга. Как и спинной мозг, они выполняют проводящую и рефлекторную функции. Через них проходят нервные пути, соединяющие спинной мозг со всеми вышележащими отделами головного мозга. Продолговатый мозг — это наиболее древний отдел головного мозга. В нём находятся центры жизненно важных врождённых рефлексов, поэтому повреждения этого отдела очень опасны для жизни. *Дыхательный центр* обеспечивает ритмичное чередование вдохов и выдохов. Нейроны этого центра очень чувствительны к содержанию углекислого газа в крови. При увеличении в крови концентрации CO_2 нейроны активируются, и человек начинает дышать чаще и глубже. *Сердечно-сосудистый центр* управляет частотой и силой сердечных сокращений и тонусом кровеносных сосудов. Также в продолговатом мозге находятся *центры защитных рефлексов* (чихания, кашля, рвоты, мигания и др.) и *рефлексов, связанных с простейшим пищевым поведением* (глотания, жевания, слюноотделения, отделения желудочного сока и др.). В центральной части серого ве-

щества продолговатого мозга и моста находятся *центры, регулирующие сон и бодрствование.*

Восемь из двенадцати пар черепно-мозговых нервов выходят из продолговатого мозга и моста. Они управляют движениями языка, мышцами шеи и плечевого пояса, мимическими мышцами и миганием, обеспечивают жевание, глотание и работу голосовых связок. По их чувствительным волокнам в головной мозг поступает вкусовая информация от языка, болевая, кожная и мышечная чувствительность от головы, информация от внутреннего уха. Блуждающий нерв (X пара) регулирует работу всех органов грудной и брюшной полостей.

Мозжечок состоит из средней, наиболее древней части и полушарий, имеющих кору. Он находится над продолговатым мозгом и мостом и связан со всеми отделами мозга (рис. 127). Особенно тесна связь мозжечка со средним мозгом.

Мозжечок осуществляет координацию движений, делает их плавными, точными и соразмеренными, устраняет лишние движения, например возникшие в силу инерции. Это бывает, когда сопротивление неожиданно исчезает или водитель транспорта меняет скорость. При этом нам приходится прилагать усилия, чтобы устоять на ногах и не потерять равновесие. Траектория любого движения от исходного положения до цели контролируется мозжечком.

 ***Лабораторная работа***

Пальценосовая проба и особенности движения, связанные с функцией мозжечка (см. рис. 127)

Ход работы

Закройте глаза. Вытяните руки вперёд перед собой. Коснитесь указательным пальцем правой руки кончика носа. Проделайте то же самое левой рукой. Во всех случаях палец попадает в цель, хотя траектория движений в каждом отдельном случае неодинаковая. При нормальном функционировании мозжечка движения точны и быстры. У лиц с повреждённым мозжечком рука движется отдельными толчками, перед попаданием в цель дрожит, часты промахи.

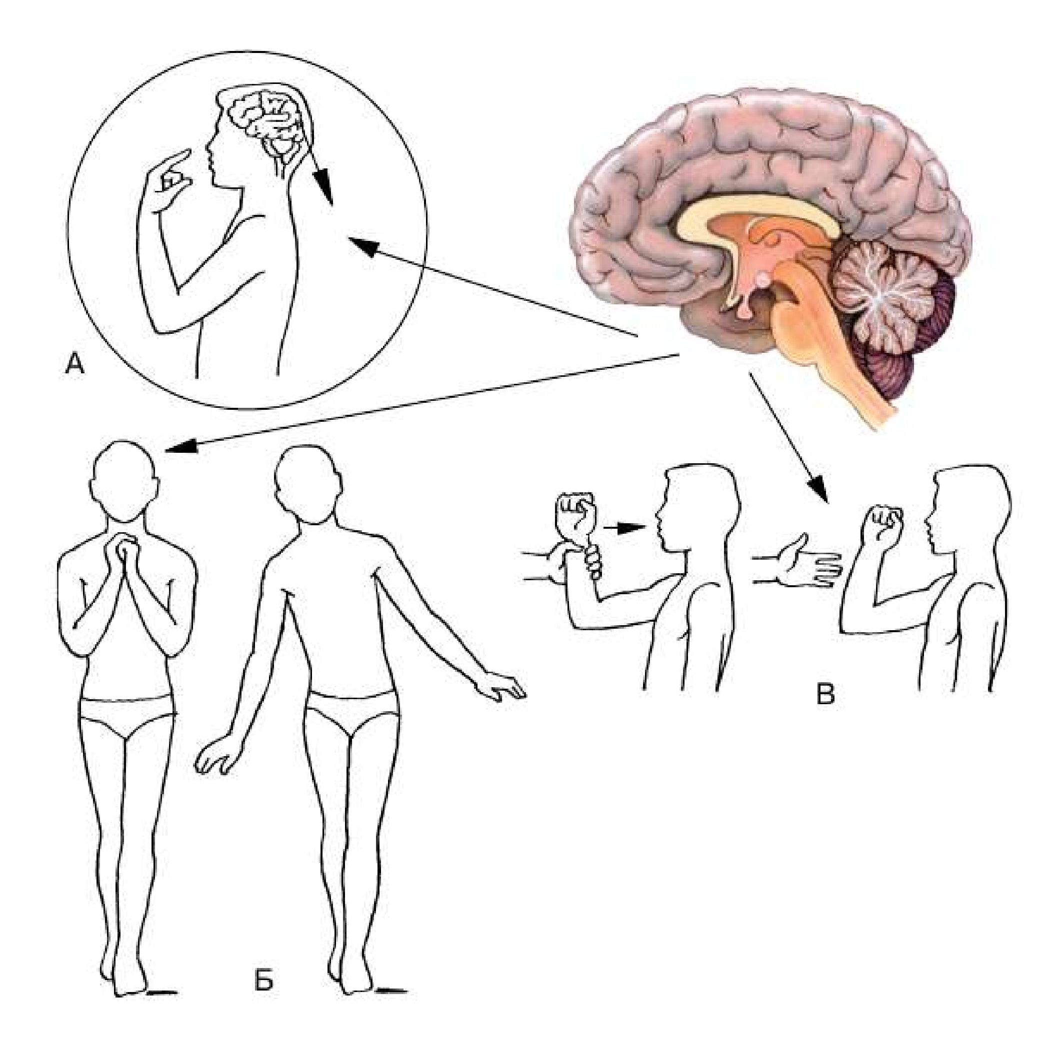


Рис. 127. Опыты, выявляющие функции мозжечка:
А — пальценосовая проба (выявляет характер движения к цели);
Б — поза Ромберга (сохранение устойчивости тела);
В — опыт, выявляющий устранение нежелательных движений, возникающих в силу инерции

Средний мозг. Это самый маленький отдел головного мозга. На его верхней поверхности, обращённой к мозжечку, расположены четыре небольших бугорка — четверохолмие. Бугорки — это центры первичной обработки информации: верхние бугорки получают и обрабатывают зрительную информацию, а нижние — слуховую. Нейроны этих центров реагируют на новые сигналы: на громкий резкий звук или если что-то неожиданное появилось в поле зрения. С их участием осуществляются ориентировочные реакции. В среднем мозге расположены ядра, которые вместе с мозжечком регулируют мышечный тонус.

Благодаря им поддерживается устойчивость тела при стоянии, ходьбе, беге, изменении позы.

От среднего мозга отходят две пары черепно-мозговых нервов, которые управляют движением глаз, изменяют размер зрачка и кривизну хрусталика. Поэтому средний мозг нередко сравнивают с кнопками управления качеством изображения на телевизионном экране. Чтобы что-то увидеть, надо настроить телевизор. Нечто подобное совершает средний мозг. Так, он обеспечивает настройку оптики глаза на нужную резкость и контрастность изображения.

В случае отклонения от устойчивого положения тела мозг восстанавливает нормальное положение.

ПРОДОЛГОВАТЫЙ МОЗГ, МОСТ, МОЗЖЕЧОК, СРЕДНИЙ МОЗГ, ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ МОЗГ, БОЛЬШИЕ ПОЛУШАРИЯ ГОЛОВНОГО МОЗГА (БОЛЬШОЙ МОЗГ), ЖЕЛУДОЧКИ МОЗГА.

Вопросы

1. Из каких отделов состоит головной мозг?
2. Каковы функции продолговатого мозга и моста?
3. Почему повреждения или длительные нарушения кровообращения продолговатого мозга приводят к гибели?
4. Какой отдел мозга обеспечивает «наведение на резкость» нашей зрительной системы?
5. Какова роль мозжечка в осуществлении движений?
6. Из предыдущих курсов биологии вспомните, у представителей каких классов позвоночных животных хорошо развит мозжечок. С чем это связано?
7. У представителей какого класса позвоночных животных ведущим отделом является средний мозг?

Задания

1. Составьте схему «Строение головного мозга».
2. Повторите материал о мигательном рефлексе в § 9. Это рефлекс продолговатого мозга. Докажите, что мигательный рефлекс может быть получен только при раздражении определённых участков кожи (рефлексогенных зон).

§ 46. Передний мозг: промежуточный мозг и большие полушария

1. Где распознаются воспринятые образы?
2. Одинаковые ли функции выполняют левое и правое полушария?

Передний мозг состоит из двух отделов: больших полушарий головного мозга, связанных мозолистым телом, и промежуточного мозга. Это самый большой отдел головного мозга, состоящий из правой и левой половин.

Промежуточный мозг состоит из нескольких частей (см. рис. 126). Центральную часть промежуточного мозга называют *таламусом*. Он состоит из двух парных образований, разделённых III желудочком мозга. Как и все остальные части центральной нервной системы, таламус состоит из серого и белого вещества. Ядра таламуса (серое вещество) — это центры обработки всех видов чувствительности. Вся информация, поступающая в кору больших полушарий, проходит через таламус. В первую очередь таламус пропускает новую информацию, сильные сигналы и сигналы, связанные с текущей деятельностью. Отсекая всю лишнюю избыточную информацию, таламус обеспечивает оптимальную работу мозга. Поэтому эту часть промежуточного мозга можно рассматривать как один из главных центров управления вниманием.

Нижнюю часть промежуточного мозга называют *гипоталамусом*. Он анатомически и функционально связан с гипофизом — железой внутренней секреции. Выделяют три основные функции гипоталамуса. Во-первых, гипоталамус вместе с гипофизом регулирует работу всех эндокринных желёз организма. Во-вторых, гипоталамус — это высший центр вегетативной регуляции. Поддержание оптимального уровня обмена веществ, терморегуляция, деятельность пищеварительной, дыхательной, сердечно-сосудистой и других систем органов — всё это находится под его контролем. И в-третьих, в гипоталамусе расположены центры важнейших биоло-

гических потребностей — центры голода и жажды, страха и агрессии, полового и родительского поведения, а также центры положительных эмоций (центр наслаждения) и отрицательных эмоций (центр отвращения).

Большие полушария. Большие полушария — это самый крупный отдел головного мозга, занимающий основную часть полости черепа и прикрывающий сверху ствол и мозжечок. Правое и левое полушария соединяются перемычкой из белого вещества — мозолистым телом (см. рис. 126). Поверхность больших полушарий покрыта серым веществом (корой), состоящим в основном из нейронов, расположенных в несколько слоёв (рис. 128). Общая поверхность коры больших полушарий человека около 2400 см^2, толщина — от 2 до 5 мм.

Под корой находится белое вещество, состоящее из массы нервных волокон, связывающих нейроны коры между собой и с нижележащими отделами мозга. В толще полушарий среди белого вещества находятся ядра серого вещества, образующие подкорковые центры. Основная функция этих ядер — управление движениями.

Поверхность полушарий собрана в складки. Выступающие части поверхности образуют *извилины*, а углубления — *борозды*. Они намного увеличивают поверхность коры больших полушарий. Самые глубокие бороз-





Рис. 128. Нейроны коры больших полушарий (микрофотография)

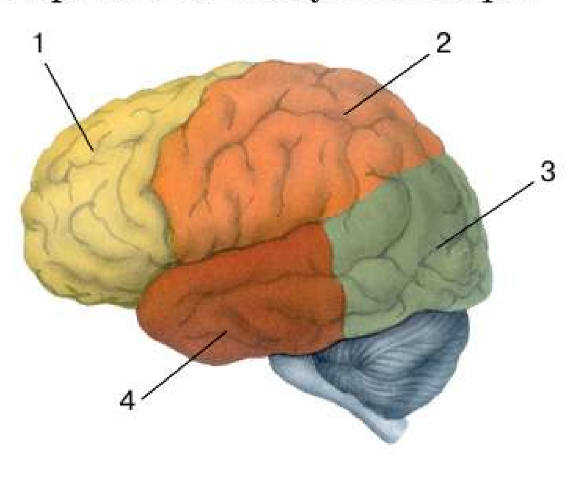


Рис. 129. Доли больших полушарий головного мозга:
1 — лобная; 2 — теменная;
3 — затылочная; 4 — височная

ды делят каждое полушарие на четыре *доли*: *лобную, теменную, затылочную* и *височную* (рис. 129). Они примыкают к соответствующим костям и потому носят их названия. Центральная борозда отделяет лобную долю от теменной, боковая — височную долю от лобной и теменной.

С эволюционной точки зрения кору больших полушарий делят на древнюю, старую и новую. Основная функция *древней коры* — анализ обонятельной информации. Обонятельные нервы (I пара) приносят информацию от органа обоняния как в таламус, а затем в древнюю кору больших полушарий, так и непосредственно в большие полушария. Обонятельная зона расположена в глубине височных долей, на дне боковой борозды. *Старая кора* связана с научением и памятью; при её повреждении нарушаются процессы запоминания. Однако большая часть коры (около 95% её площади) — это *новая кора*. Она состоит из чувствительных (сенсорных), двигательных и ассоциативных зон.

В чувствительные зоны поступает информация от органов чувств, от кожи, мышц, суставов, внутренних органов (рис. 130). Причём в каждое полушарие чувствительная информация поступает от противоположной стороны тела. Слуховая зона расположена в верхней части височной доли. В глубине височной доли, на дне боковой борозды находится вкусовая зона. Зрительная зона рас-

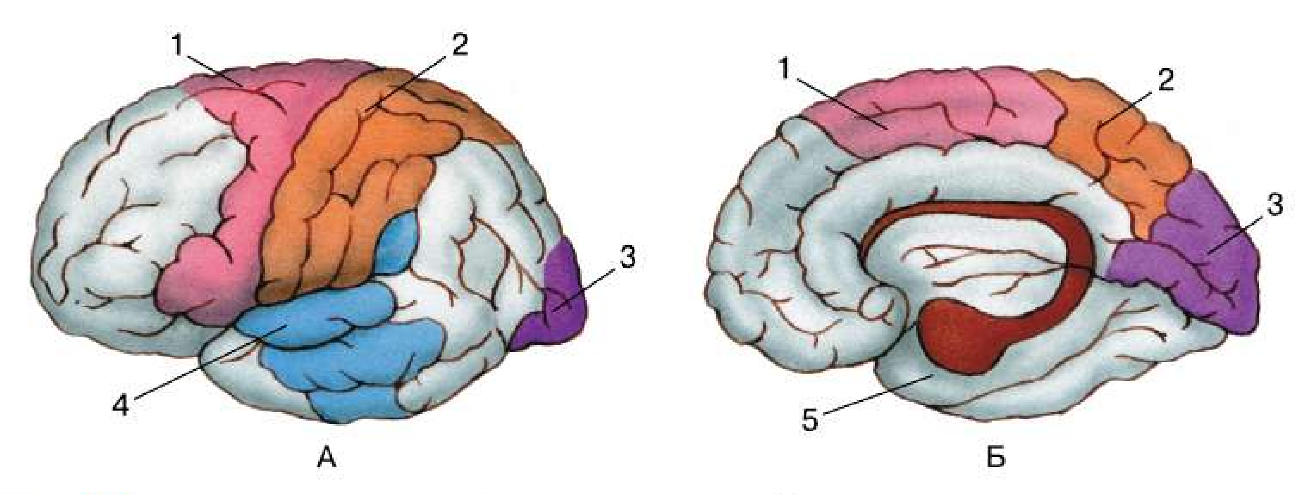


Рис. 130. Основные зоны коры больших полушарий головного мозга человека с наружной (А) и внутренней (Б) сторон: 1 — двигательная; 2 — кожно-мышечной чувствительности; 3 — зрительная; 4 — слуховая; 5 — обонятельная и вкусовая

положена в затылочной доле, там происходит формирование зрительных ощущений. Передняя часть теменной доли — это зона кожно-мышечной чувствительности. К нейронам этой зоны приходит информация от кожи, скелетных мышц, сухожилий, суставов.

В задней части лобной доли перед центральной бороздой расположена двигательная зона. Возбуждения нейронов этой зоны обеспечивают все произвольные движения человека. При этом волокна, идущие от правого и левого полушарий, перекрещиваются и управляют мышцами противоположной стороны тела.

Передняя часть лобной доли и задняя часть теменной — это ассоциативные зоны. Они связывают (ассоциируют) друг с другом чувствительные и двигательные области и у человека служат местом реализации высших психических функций. Ассоциативная теменная кора объединяет всю полученную мозгом сенсорную информацию и формирует общую картину окружающего мира. Ассоциативная лобная кора — это высший центр управления поведением. Здесь из многочисленных потребностей отбирается самая важная и формируется цель деятельности, план достижения цели на основании анализа обстановки и прошлого опыта. Сигналы из ассоциативной лобной коры поступают в расположенную рядом двигательную кору и запускают наши движения. Именно с развитием ассоциативных зон коры связан высокий уровень психических способностей человека.

Сведения о достигнутых результатах приходят по обратным связям в кору больших полушарий, и в зависимости от полученного эффекта деятельность прекращается или продолжается в изменённом виде.

Асимметрия больших полушарий. У человека правое и левое полушария функционально различны. В левом полушарии у 95% правшей и у 70% левшей находятся центры речи. Поэтому у большинства людей именно левое полушарие воспринимает речь как устную, так и письменную и обеспечивает грамматически правильные ответы. Оно свободно оперирует символами и знаками, осуществляя математические операции. Левое полушарие связывают обычно с абстрактно-логическим мышлением.



Правое полушарие воспринимает обстановку в целом. Здесь возникают так называемые интуитивные решения. В правом полушарии происходит распознавание образов и мелодий, запоминание лиц, восприятие произведений искусства с эстетической точки зрения. Это полушарие отвечает в первую очередь за образное мышление.

Вся сознательная деятельность человека находится под контролем коры больших полушарий. Эта часть мозга обеспечивает взаимодействие организма с окружающей средой, организует адекватное поведение, отвечает за мышление, сознание, память, речь, то есть является материальной базой для психической деятельности человека.

ПЕРЕДНИЙ МОЗГ; ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ МОЗГ: ТАЛАМУС, ГИПОТАЛАМУС; ПОЛУШАРИЯ БОЛЬШОГО МОЗГА, МОЗОЛИСТОЕ ТЕЛО, КОРА, БОРОЗДЫ, ИЗВИЛИНЫ, ДОЛИ МОЗГА, ДРЕВНЯЯ, СТАРАЯ И НОВАЯ КОРА.

Вопросы

1. Какие отделы различают в переднем мозге?
2. Каковы функции таламуса и гипоталамуса?
3. Почему поверхность полушарий собрана в складки?
4. Как распределяется серое и белое вещество в полушариях большого мозга? Какие функции они выполняют?
5. В чём состоят функции древней и старой коры?
6. Как распределяются функции между левым и правым полушариями большого мозга?

Задания

1. Объясните, в каком полушарии произошло повреждение двигательных центров, если у больного наступил паралич правой ноги или руки.
2. Обобщите и представьте в виде схемы или таблицы информацию о чувствительных, двигательных и ассоциативных зонах новой коры.
3. Рассмотрите рисунок 130, А. Предположите, какие функции выполняют не выделенные цветом участки лобной и теменной доли.

§ 47. Соматический и вегетативный отделы нервной системы

1. Почему скелетные мышцы подвластны нашей воле, а сердце, сосуды и другие внутренние органы — нет?
2. Почему внутренние органы регулируются двумя подсистемами, влияние которых противоположно?

Значение функционального разделения нервной системы на соматический и вегетативный отделы. В процессе эволюции позвоночных животных произошло разделение функций нервной системы.



Её *соматический отдел* специализируется на восприятии информации, поступающей из окружающей среды, и управлении движениями тела в пространстве. *Вегетативный* (*автономный*) *отдел* управляет внутренними органами, сосудами и железами.

Разделение функций нервной системы дало большие преимущества в борьбе за существование. Постройка жилища, бегство от хищника, поиск пищи требовали точной ориентировки в окружающей среде и выработки определённой линии поведения, которая выражалась в произвольных движениях, регулируемых соматической системой. Организация же сложного «внутреннего хозяйства», например установление необходимого для данной работы ритма и силы сердечных сокращений, давления крови, продвижение пищи по желудку и кишечнику, проходила автоматически благодаря точно очерченной для каждого вида генетической программе, осуществляемой вегетативным отделом нервной системы.



Вегетативная нервная система слабо подчиняется волевому контролю, и в этом есть определённое её преимущество, поскольку она не даёт нам возможности вмешиваться в веками отлаженную программу работы внутренних органов.

Соматическая нервная система регулирует работу поперечнополосатой мышечной ткани скелетных мышц.

Высшим центром соматической нервной системы является кора больших полушарий. Сюда стекается вся информация от органов чувств и внутренней среды организма. Здесь изыскиваются способы удовлетворения потребностей. В лобных долях коры созревает план будущих действий, который реализуется соматической нервной системой. Цели человека много сложнее, чем цели животных, но и они в конечном счёте сводятся к мышечному движению, будь то работа на станке, письмо, речевое общение или даже чтение (движение глаз, произнесение слов про себя и т. д.). Приспособление к природной и социальной среде, связанное с изменением поведения, осуществляет соматическая нервная система.

Вегетативная (автономная) нервная система, как и соматическая, имеет *центральную* и *периферическую части*. Высшим центром вегетативной регуляции является гипоталамус.

Автономная нервная система подразделяется на два отдела — *симпатический* и *парасимпатический* (рис. 131).

Симпатический отдел автономной нервной системы. Этот отдел называют системой *аварийных ситуаций*, так как он активизируется всякий раз, когда организм находится в напряжении. Его высшие центры расположены в боковых столбах верхней и средней частей спинного мозга. От них идут нервы к симпатическим нервным узлам, расположенным в виде двух симметричных цепочек вдоль позвоночника. Это *парные узлы нервного ствола*. Кроме того, имеются и дополнительные узлы, например в области живота — *солнечное сплетение*, а также в некоторых других местах.

Под влиянием симпатической нервной системы сердце усиливает свою работу, повышается кровяное давление, увеличивается содержание сахара в крови, сосуды кожи сужаются, перераспределяя кровь к сердцу, мозгу и мышцам, человек бледнеет. Органы пищеварения под действием симпатических нервов затормаживают свою деятельность.

Парасимпатический отдел автономной нервной системы. Парасимпатические центры, управляю-

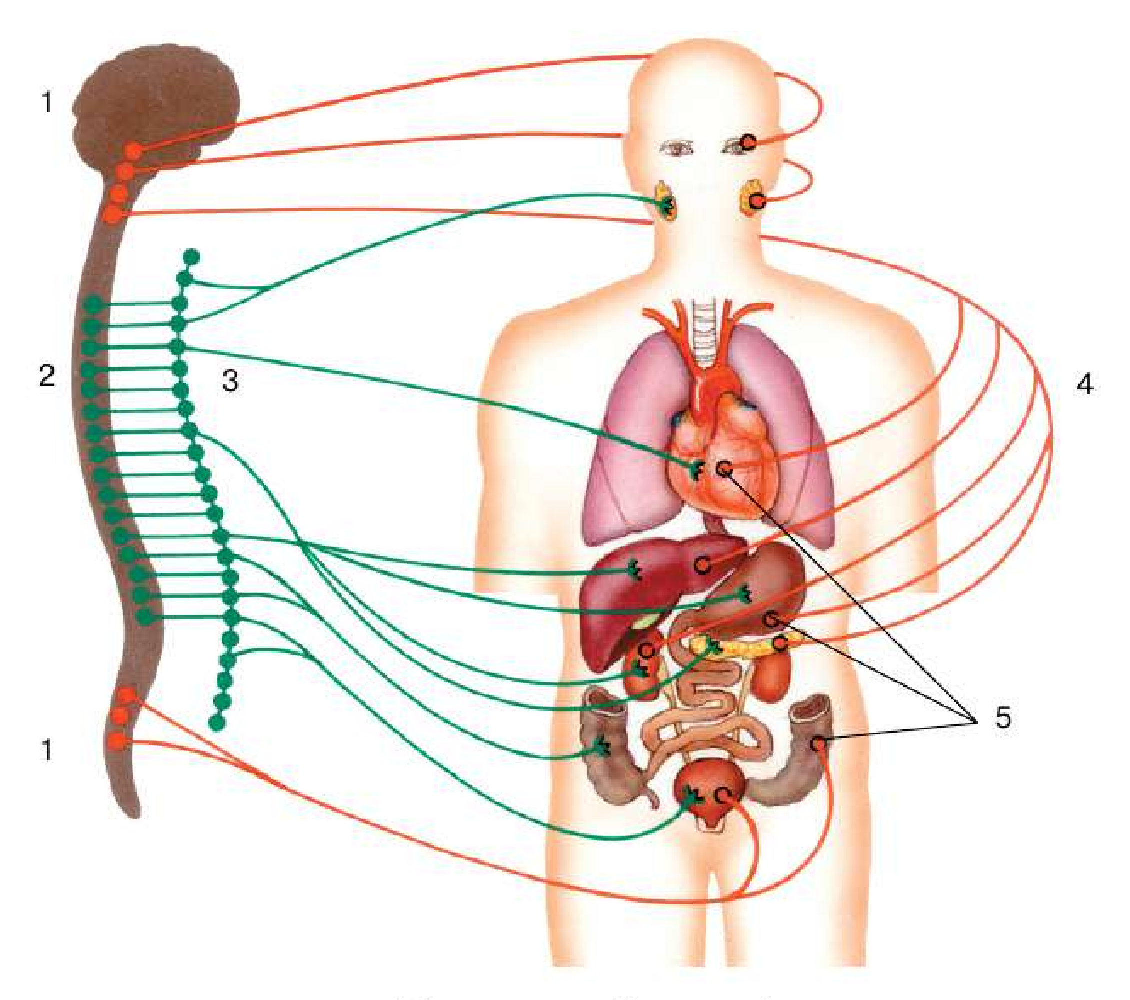
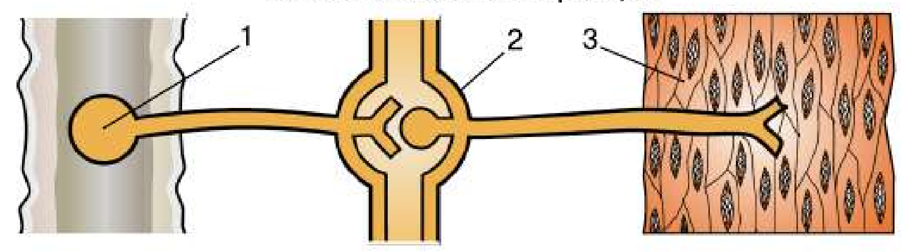


Рис. 131. Схема строения автономной (вегетативной) нервной системы:
1 — парасимпатические ядра; 2 — симпатические ядра;
3 — узлы симпатического ствола; 4 — блуждающий нерв парасимпатической системы;
5 — парасимпатические узлы в органах

щие нервными узлами, находятся в стволе головного мозга и в крестцовой части спинного мозга. Самый крупный из них — *центр блуждающего нерва* — находится в продолговатом мозге на дне IV желудочка. Блуждающие нервы управляют всеми внутренними органами грудной и брюшной полостей. Половые органы, мочевой пузырь и конечный отдел кишечника контролируются крестцовым отделом спинного мозга. Нервные узлы парасимпатической системы располагаются либо в самих органах, либо недалеко от них (рис. 132).

Парасимпатическую систему называют *системой отбоя* или *системой покоя.* Она возвращает деятельность



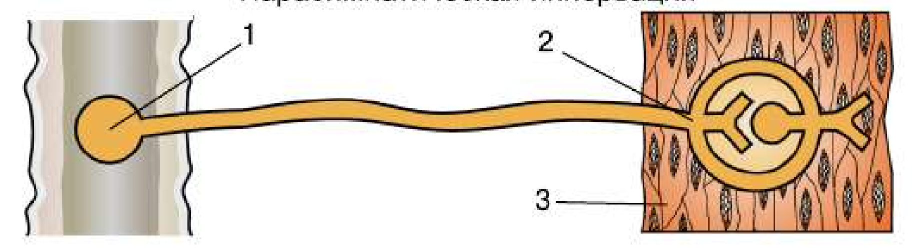


Рис. 132. Схема симпатической и парасимпатической иннервации вегетативной нервной системы:
1 — нейроны вегетативной нервной системы, находящиеся в головном и спинном мозге; 2 — вегетативные нервные узлы; 3 — иннервируемые органы

сердца в состояние покоя, уменьшает давление и содержание сахара в крови. Под её влиянием дыхание становится более редким, но более глубоким, что позволяет избавиться от продуктов неполного окисления, оставшихся после напряжённой работы. Блуждающий нерв расширяет кожные сосуды и активизирует органы пищеварения.

Взаимодействие симпатического и парасимпатического отделов. Оба отдела автономной нервной системы работают по *принципу дополнительности*. В состоянии ли покоя, в состоянии ли интенсивной работы находится человек, его внутренние органы получают нервные импульсы как от симпатического, так и от парасимпатического отделов.

Представим, что человек увидел на остановке нужный ему автобус и побежал. Включилась симпатическая система, ритм сердца увеличился, давление повысилось, и скорость крови возросла. Если ритм вырос настолько, что стал опасен для сердца, по обратным связям в мозг идут сигналы о неблагополучии и включается парасимпатическая система, которая снижает ритм.

СОМАТИЧЕСКИЙ И ВЕГЕТАТИВНЫЙ (АВТОНОМНЫЙ) ОТДЕЛЫ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ; СИМПАТИЧЕСКИЙ И ПАРАСИМПАТИЧЕСКИЙ ОТДЕЛЫ.

Вопросы

1. Каково значение вегетативной нервной системы?
2. Чем вегетативная нервная система отличается от соматической нервной системы?

Задания

1. Сравните функции симпатического и парасимпатического отделов нервной системы. Составьте и заполните таблицу «Влияние симпатической и парасимпатической нервной системы на деятельность некоторых органов».
2. Известно, что симпатические нервы сужают кровеносные сосуды кожи, а парасимпатические нервы их расширяют. Ногтём проведите по коже. Почему вначале появляется белая полоска, а спустя некоторое время — красная? Объясните, почему через некоторое время эта полоска исчезает и никаких следов от раздражения не остаётся.
3. Обсудите в классе, почему в процессе эволюции произошло разделение нервной системы на соматическую и вегетативную.

Основные положения главы 11

Нервную систему образуют нейроны и другие клетки нервной ткани. Она регулирует работу органов и организма в целом, обеспечивая постоянство внутренней среды, согласованную работу органов, приспособление организма как целого к внешней среде, психическую деятельность.

Морфологически нервная система подразделяется на центральную часть (спинной и головной мозг) и периферическую часть (нервы и нервные узлы).

Спинной мозг находится в позвоночном канале, головной мозг в черепе. Тела нейронов спинного мозга сосредо-

точены в серых столбах, которые занимают центральную часть спинного мозга и тянутся вдоль всего позвоночника. Тела нейронов головного мозга расположены в сером веществе коры и ядрах, разбросанных среди белого вещества головного мозга. Белое вещество состоит из нервных волокон, связывающих различные центры головного и спинного мозга. В спинном мозге оно занимает его периферическую часть.

Головной мозг подразделяется на отделы: задний мозг, включающий продолговатый мозг, мост и мозжечок, средний мозг и передний мозг, состоящий из промежуточного мозга и полушарий большого мозга. Все отделы мозга выполняют проводниковую и рефлекторную функции.

Работа центральной нервной системы многоуровневая. Спинной и низшие отделы головного мозга находятся под контролем высших отделов. Самую сложную функцию выполняют полушария большого мозга. Новая кора больших полушарий получает информацию от всех органов чувств и использует её для удовлетворения возникающих потребностей, прогнозируя будущие события и ответы на них. В лобных долях коры головного мозга формируются цели деятельности и разрабатывается программа действий, через низшие отделы мозга её «приказы» поступают к органам, а по обратным связям от органов идут сигналы о выполнении этих «приказов» и их эффективности.

Функционально нервная система образует два отдела: соматический и вегетативный. Соматический отдел регулирует работу скелетных мышц. Его работа подконтрольна воле человека. Вегетативный отдел регулирует работу внутренних органов, кровеносных сосудов и желёз. Он слабо подчиняется волевому контролю и действует по программе, сформировавшейся в результате естественного отбора и закреплённой наследственностью организма.

Вегетативный отдел состоит из двух отделов — симпатического и парасимпатического, которые действуют по принципу дополнительности. Благодаря их совместной работе устанавливается оптимальный режим работы внутренних органов для каждой конкретной ситуации.

Глава 12

Анализаторы. Органы чувств

Из этой главы вы узнаете

- как работают органы чувств и анализатор в целом;
- как предупредить возможные нарушения их работы;
- насколько истинна получаемая нами информация

Вы научитесь

- выделять существенные признаки строения и функционирования органов чувств, анализаторов;
- оценивать работу органов чувств;
- предупреждать зрительные и слуховые расстройства;
- использовать некоторые методы тренировки ряда анализаторов

§ 48. Анализаторы

1. Чем анализатор отличается от органа чувств?
2. В чём выражена специфичность анализатора?
3. Что такое иллюзии и отчего они происходят?
4. Верную ли информацию о внешнем мире дают нам анализаторы?

Ощущения. Строение и функции анализаторов. Долгое время считалось, что окружающий мир мы познаём только с помощью органов чувств: глазами видим, ушами слышим, языком ощущаем вкус, носом чувствуем запахи, кожей — шероховатость, давление, температуру. На самом деле органы чувств являются лишь начальным звеном восприятия. Оптика нашего глаза фокусирует изображение на зрительные рецепторы сетчатки глаза. Ухо превращает звуковые колебания в механические колебания жидкости внутреннего уха, которые улавливаются слуховыми рецепторами. В любом случае анализ внешних событий и внутренних ощущений начинается с раздражения *рецепторов* — чувствительных нервных окончаний, или специализированных клеток, реагирующих на физические или химические показатели окружающей их среды, и кончается в нейронах головного мозга.

Рецепторы строго специализированы. Каждая их группа способна воспринимать и переводить на язык нервных импульсов только определённый набор раздражений. Но их опознание возможно только в коре большого мозга, где показания всех рецепторов, вызванные раздражением предмета, объединяются в единый образ.

Анализаторами называют системы, обеспечивающие восприятие, доставку в мозг и анализ в нём какого-либо вида информации (зрительной, слуховой, обонятельной и т. д.). Анализаторы состоят из рецепторов, проводящих путей и центров в коре большого мозга. Каждый анализатор обладает своей модальностью, то есть способом получения своей информации: зрительной, слуховой, вкусовой и т. д. Возбуждения, возникающие в рецепторах органов зрения, слуха, прикосновения, имеют одну и ту же природу — *нервные импульсы*. Но путаницы не происходит, потому что каждый из нервных импульсов поступает в соответствующую ему зону коры большого мозга. Здесь, в первичных чувствительных зонах, происходит анализ ощущений, во вторичных зонах — формирование образов, полученных от органов чувств одной *модальности* (например, только от зрения или только от слуха или осязания). Наконец, в третичных зонах коры воспроизводятся образы или ситуации, полученные от органов чувств разных модальностей, например от зрения и слуха.

Значение анализаторов. События, которые развёртываются перед нами в данный момент, мы воспринимаем чётко и ярко. Но мы можем представить себе и прошлые события, хотя они не будут такие яркие. Поэтому спутать их с образами живой действительности невозможно. (Правда, иногда в сознании могут возникать образы, которых на самом деле нет. Тогда говорят о *галлюцинациях*. Их появление может привести человека к ошибочным, а то и опасным действиям.)

Достоверность получаемой информации. Как правило, анализаторы дают верное представление об окружающей действительности. Однако возможны и ошибки, которые связаны с воздействием на рецепторы раздражителей, которые им несвойственны. Например, при механическом раздражении рецепторов глаза (надавливание на глазное яблоко, удар) могут возникать различные световые ощущения, например «искры из глаз». Однако такие ощущения трудно спутать с картинами окружающей обстановки, потому что эти изображения возникают как бы внутри глаза.

Некоторые ошибки восприятия вызываются физическими причинами. Ложка, опущенная в стакан с водой, кажется сломанной, поскольку преломление света в воде и в воздухе различно. Кажущиеся (ошибочные) изображения называют *иллюзиями*.

Несмотря на иллюзорные восприятия, мы получаем более или менее верное представление об окружающей нас действительности, поскольку анализаторы взаимно дополняют и уточняют друг друга.

Важное значение имеет и прошлый опыт. Например, может показаться, что вдали рельсы сходятся в одной точке. Но сколько бы мы ни пытались этой точки достичь, она всё время как бы отодвигается, то есть постоянно находится от нас на одном и том же расстоянии. В конце концов человек приходит к твёрдому убеждению, что схождение рельсов в одной точке лишь кажущееся, что это — иллюзия.

ОРГАН ЧУВСТВ, АНАЛИЗАТОР, МОДАЛЬНОСТЬ, РЕЦЕПТОРЫ, НЕРВНЫЕ ПУТИ, ЧУВСТВИТЕЛЬНЫЕ ЗОНЫ КОРЫ БОЛЬШОГО МОЗГА: ПЕРВИЧНЫЕ, ВТОРИЧНЫЕ, ТРЕТИЧНЫЕ; ГАЛЛЮЦИНАЦИИ, ИЛЛЮЗИИ.

Вопросы

1. В чём выражается специализация рецепторов и органов чувств?
2. Что входит в состав анализаторов?
3. Всегда ли наши анализаторы правильно отражают окружающую действительность?
4. Как вы считаете, достаточно ли знать, в какой области коры больших полушарий происходит анализ ощущений, чтобы определить, какое раздражение (слуховое, зрительное, обонятельное и т. д.) подействовало на организм?

Задания

1. Объясните, как можно исправить ошибки восприятия, если они есть.
2. Используя дополнительную литературу и ресурсы Интернета, найдите материал о разновидностях иллюзий. Подготовьте сообщение или презентацию на эту тему.

§ 49. Зрительный анализатор

1. В чём уникальность зрения?
2. Как защищено глазное яблоко? Каково его строение?
3. Какую функцию выполняют глазные мышцы?
4. Как функционирует зрительный анализатор в целом?

Значение зрения. Уникальность зрения по сравнению с другими анализаторами состоит в том, что оно позволяет не только опознавать предмет, но и определять его место в пространстве, следить за перемещениями.

Большую часть информации человек получает с помощью зрения.

Положение и строение глаза. Глаза, точнее *глазные яблоки*, расположены в *глазницах* — парных углублениях черепа (рис. 133). В глубине глазницы заметна щель, через которую в глаз входят сосуды и нервы. К глазному яблоку подходят мышцы, сокращение которых обеспечивает движение глаз. Спереди глаз защищён *веками*, *ресницами* и *бровями*.

В верхнем углу глаза со стороны щеки находится *слёзная железа* (рис. 134). При опускании подвижного верхнего века железа выделяет *слёзы*, которые увлажняют

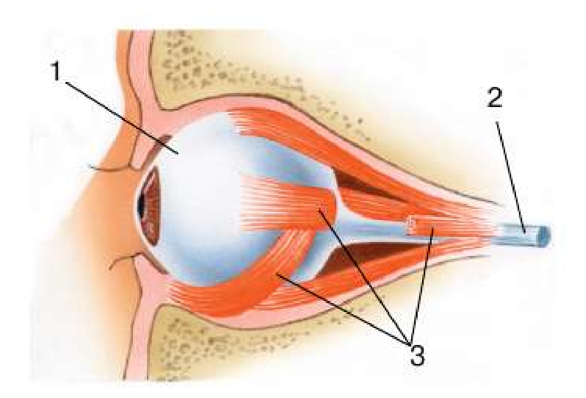


Рис. 133. Положение глазного яблока в глазнице: 1 — глазное яблоко; 2 — зрительный нерв; 3 — мышцы, приводящие в движение глазное яблоко

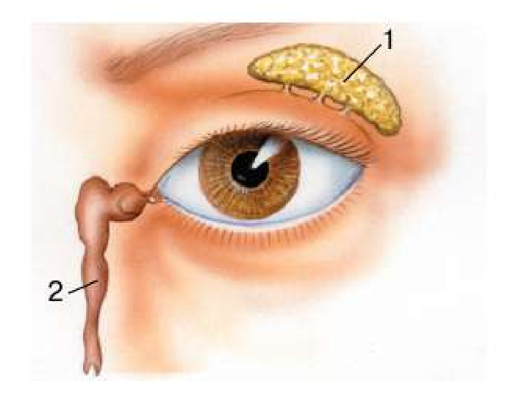


Рис. 134. Слёзный аппарат: 1 — слёзная железа; 2 — носослёзный канал

и промывают глаз. Слёзная жидкость от наружного верхнего угла глаза идёт в нижний внутренний угол и отсюда попадает в слёзный канал, который выводит избыток слёз в носовую полость. Именно поэтому плачущий человек начинает хлюпать носом.

Снаружи глазное яблоко покрыто *белочной оболочкой*, или *склерой*, которая в передней части переходит в прозрачную *роговицу*. Роговица свободно пропускает лучи света.

За склерой находится *сосудистая оболочка*. Она содержит множество кровеносных сосудов, по которым осуществляется питание глаза. В передней части глаза сосудистая оболочка переходит в *радужную*. Цвет радужной оболочки и определяет цвет глаз.

В середине радужной оболочки находится круглое отверстие — *зрачок*. Он играет роль диафрагмы: благодаря клеткам гладкой мышечной ткани зрачок может расширяться и суживаться, пропуская количество света, необходимое для рассмотрения предмета.

За зрачком располагается *хрусталик*, напоминающий двояковыпуклую линзу. С помощью окружающих его гладких мышц, образующих ресничное тело, хруста-

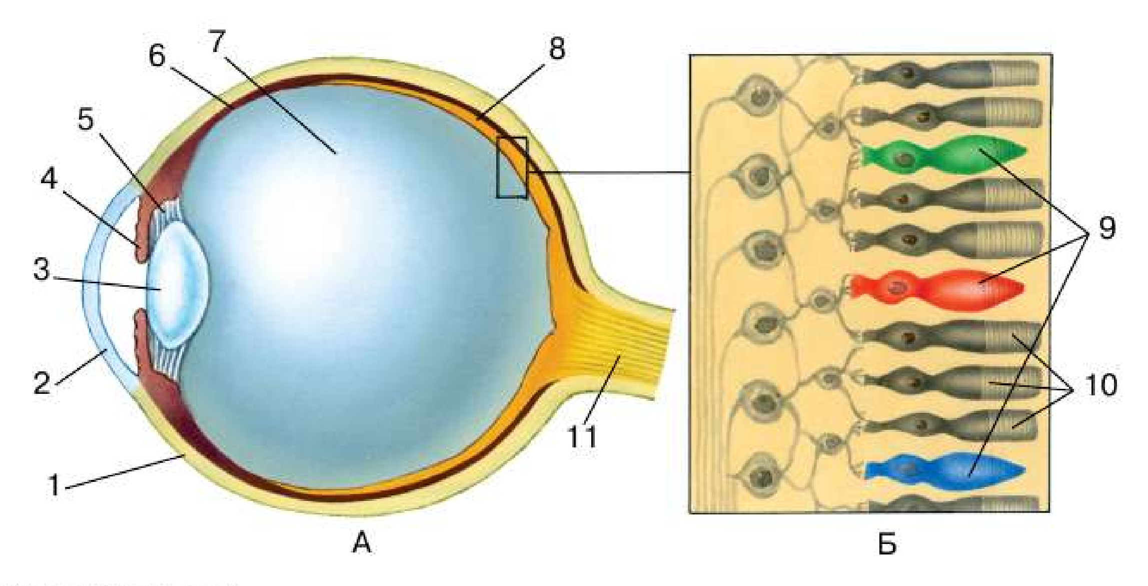


Рис. 135. Строение глаза:
А — внутреннее строение глаза; Б — восприятие света;
1 — склера (белочная оболочка); 2 — роговица; 3 — хрусталик; 4 — радужная оболочка со зрачком; 5 — ресничное тело; 6 — сосудистая оболочка; 7 — стекловидное тело; 8 — сетчатка; 9 — колбочки; 10 — палочки; 11 — зрительный нерв

лик может менять форму: становиться то более выпуклым, то более плоским. (Хрусталик можно сравнить с механизмом точной настройки резкости изображения в оптических приборах.) Когда предмет находится далеко от глаз, хрусталик делается более плоским, когда близко — более выпуклым, фокусируя световые лучи на задней внутренней стенке глаза, которая называется *сетчатой оболочкой* или *сетчаткой* (рис. 135). Сетчатая оболочка — тонкий и очень нежный слой клеток — зрительных рецепторов.

Внутренняя часть глаза заполнена *стекловидным телом*, а пространство между роговицей и радужкой, между радужкой и хрусталиком — прозрачной жидкостью. Поэтому внутри глаза свет проходит через однородную *прозрачную среду*.

Ход лучей через прозрачную среду глаза. Световой поток из воздушной среды проходит через роговицу и преломляется в ней, так как её оптическая плотность близка к оптической плотности воды. На пути светового потока располагается радужка, которая пропускает его через зрачок. Если свет, попадающий на сетчатку, слишком яркий, зрачок суживается до диаметра, при котором освещённость на сетчатке станет оптимальной. Если освещённость слабая — зрачок расширяется.

В этом процессе участвует вегетативная нервная система: блуждающий нерв суживает зрачок, а симпатический — расширяет (см. рис. 131). Благодаря совместной работе этих нервов устанавливается нужный диаметр зрачка.

С помощью аналогичных рефлексов изменяется и кривизна хрусталика. Пройдя через стекловидное тело, лучи света попадают на сетчатку, где образуется уменьшенное перевёрнутое изображение объекта.

Строение сетчатки. Рецепторы сетчатки — это светочувствительные клетки (фоторецепторы) *палочки* и *колбочки*. Они примыкают к чёрной сосудистой оболочке. Её волоконца окружают каждую из этих клеток с боков и сзади, образуя чёрный футляр, обращённый открытой стороной к свету.

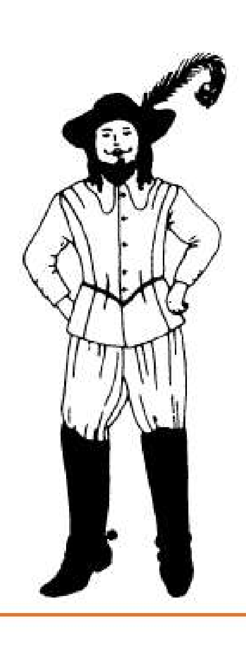


Рис. 136. Обнаружение слепого пятна. Смотрите на чёрную точку правым глазом так, чтобы точка была напротив него. Левый глаз закрыт. Если лист приблизить к глазам примерно на 25 см, фигура справа «потеряет» голову

Колбочки обладают меньшей светочувствительностью, но способны реагировать на цвет. Они сосредоточены преимущественно в центральной части сетчатки, в так называемом *жёлтом пятне*. В остальной части сетчатки находятся и колбочки, и палочки, однако по её периферии преобладают палочки. Последние передают только чёрно-белое изображение. Зато они обладают большей чувствительностью и могут действовать даже при слабом освещении. Перед палочками и колбочками располагаются нервные клетки, которые воспринимают и обрабатывают информацию, полученную от зрительных рецепторов. (Свет проходит через них.) Аксоны нейронов образуют *зрительный нерв*. В месте, где он выходит из глаза, зрительных рецепторов нет. Здесь находится *слепое пятно*, которое, как правило, человеком не замечается, но его можно выявить довольно простыми опытами (рис. 136).

Корковая часть зрительного анализатора. Зрительные нервные пути устроены так, что левая часть поля зрения от обоих глаз попадает в правое полушарие коры большого мозга, а правая часть поля зрения — в левое. Если изображения от правого и левого глаза попадают в соответствующие мозговые центры, то они создают единое объёмное изображение. Зрение двумя глазами называют *бинокулярным зрением*.

Итак, на сетчатке получается уменьшенное и перевёрнутое изображение предмета, но мы видим изображение прямое и в реальных размерах. Почему? Это происходит потому, что наряду со зрительными образами в мозг поступают нервные импульсы от глазных мышц. Нетрудно убедиться: когда мы смотрим вверх, зрачки движутся вверх, а когда вниз — то и зрачки опускаются вниз. Более того, глазные мышцы работают непрерывно. Они как бы описывают контуры предмета, а эти движения фиксируются головным мозгом и могут воспроизводиться другими органами, например рукой. О том, что это возможно, говорит тот факт, что, научившись писать рукой, мы можем знакомые буквы изобразить ногой или даже зажав в зубах карандаш.

Бинокулярное зрение не только позволяет воспринимать объёмное изображение, поскольку одновременно охватывается и левая, и правая части объекта, но и определять расстояние до него. Чем дальше предмет, тем мельче его изображение на сетчатке. Это помогает нам определять расстояние до предмета.

ГЛАЗНОЕ ЯБЛОКО, ГЛАЗНИЦА, ГЛАЗНЫЕ МЫШЦЫ, СЛЁЗНАЯ ЖЕЛЕЗА, СЛЁЗНЫЙ КАНАЛ, БЕЛОЧНАЯ ОБОЛОЧКА (СКЛЕРА), РОГОВАЯ ОБОЛОЧКА (РОГОВИЦА), ЗРАЧОК, РАДУЖНАЯ ОБОЛОЧКА (РАДУЖКА), ХРУСТАЛИК, РЕСНИЧНОЕ ТЕЛО, СТЕКЛОВИДНОЕ ТЕЛО, СЕТЧАТКА, ПАЛОЧКИ И КОЛБОЧКИ, ЖЁЛТОЕ ПЯТНО, СЛЕПОЕ ПЯТНО, БИНОКУЛЯРНОЕ ЗРЕНИЕ.

Вопросы

1. Какие функции выполняют брови, ресницы, веки, слёзные железы?
2. Что такое зрачок? Каковы его функции?
3. Как работает хрусталик?
4. Где располагаются колбочки и палочки? Каковы их свойства?
5. Из каких частей состоит зрительный анализатор и как работает его корковая часть?
6. Как вы считаете, существует ли взаимосвязь между строением глаза и средой, в которой обитает тот или иной организм?
7. Попробуйте предположить, что произойдёт со зрением человека, если он наденет очки, которые переворачивают изображение, и будет носить их не снимая.

Задания

1. Нарисуйте схему глазного яблока.
2. Изобразите схематично ход лучей через прозрачную среду глаза.
3. Благодаря изменению кривизны хрусталика у человека осуществляется аккомодация — «наведение на резкость». Вспомните из предыдущих курсов биологии, каков механизм аккомодации у земноводных. Что такое двойная аккомодация и представителям какого класса позвоночных она характерна?
4. Объясните, нарушение в работе каких фоторецепторов приводит к развитию дальтонизма.



Лабораторная работа

Иллюзия, связанная с бинокулярным зрением

Оборудование: трубка, свёрнутая из листа бумаги.

Ход работы

Один конец трубки приставьте к правому глазу. Ко второму концу трубки приставьте левую руку так, чтобы трубка лежала между большим и указательным пальцами. Оба глаза открыты и должны смотреть вдаль. Если изображения, полученные в правом и левом глазах, попадут на соответствующие участки коры большого мозга, возникнет иллюзия — «дырка в ладони».

§ 50. Гигиена зрения. Предупреждение глазных болезней

1. Как уберечься от конъюнктивита?
2. Чем близорукий и дальнозоркий глаз отличаются от нормального?
3. Как подбираются очки?
4. В чём причина косоглазия?
5. Что делать при глазных травмах?

Предупреждение глазных инфекций. Наиболее уязвима к инфекции соединительная прозрачная оболочка глаза — *конъюнктива*. Она покрывает заднюю поверхность век

и переднюю часть глаза до роговицы. Конъюнктива выделяет слизь, снижающую трение век при мигании. При раздражении пылью, химическими веществами она краснеет и нагнаивается. Возникает *конъюнктивит*. Глаза чешутся, болят, слезятся. Иногда ощущается неприятная резь. Характерным признаком конъюнктивита является слипание глаз от гноя по утрам.

Причиной конъюнктивита могут быть микробы или вирусы, которые заносятся в глаз грязными руками или воздушно-капельным путём. Бывает аллергический конъюнктивит.

Предупреждение близорукости и дальнозоркости. В норме, при расслаблении мышц ресничного тела, параллельные лучи света, пройдя хрусталик, попадают на сетчатку. В *близоруких* глазах изображение фокусируется перед сетчаткой, в дальнозорких — позади неё. В обоих случаях изображение на ней оказывается нечётким (рис. 137). В результате близорукие относительно хорошо видят детали близко расположенных предметов, но плохо видят вдаль. Напротив, дальнозоркие хорошо видят отдалённые предметы, но плохо видят то, что расположено вблизи от глаз. Исправить этот дефект удаётся с помощью очков. Близоруким назначают двояковогнутые линзы очков, рассеивающие свет, дальнозорким — двояковыпуклые линзы, усиливающие преломление лучей.

Единицу измерения преломляющей силы линз называют *диоптрией*. Линзы для близоруких — с отрицательными диоптриями, а линзы для дальнозорких — с положительными. Стёкла очков подбираются для каждого глаза отдельно и индивидуально каждому человеку. Например, рецепт на очки OD = –5D, OS = –4D означает:

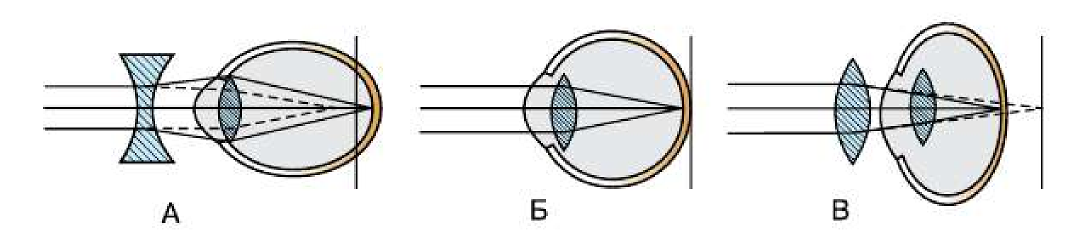


Рис. 137. Фокусировка лучей, попадающих в глаз от удалённого предмета: А — у близорукого человека; Б — у человека с нормальным зрением; В — у дальнозоркого человека

очки для близорукого человека, линза для правого глаза минус 5 диоптрий, линза для левого глаза минус 4 диоптрии.

Если при чтении в очках наблюдается один из следующих симптомов: глаза слезятся, возникает резь, болит голова, то одной из причин этого могут быть неправильно подобранные очки.

Нарушения преломляющей способности глаза могут быть следствием нарушений гигиены зрения, таких как привычка слишком низко наклоняться над книгой, а также чтение в транспорте или лёжа, при недостаточном освещении, при источнике света, расположенном справа, при бликующей поверхности рабочего стола.

Дети, как правило, рождаются дальнозоркими, но хрусталик до поры до времени компенсирует этот недостаток. В пожилом возрасте хрусталик не может изменять свою кривизну в прежней степени, а дальнозоркость становится очевидной. Поэтому к старости большинство людей становятся дальнозоркими и вынуждены пользоваться очками.

Предупреждение косоглазия. Информация в головной мозг поступает отдельно от каждого глаза и попадает на соответствующие участки зрительной зоны коры большого мозга. Если преломление в левом и правом глазах неодинаково, а на сетчатке возникает резкое изображение от одного глаза и расплывчатое от другого, то второй глаз отключается, зрачок перемещается в сторону носа или виска. Информация от него идёт слабая и не мешает работающему глазу. Без систематических упражнений зрение в косящем глазу падает. Если не лечиться, то этот глаз может вообще утратить способность видеть. Исправить положение позволяют очки. Если они подобраны вовремя, то зрение двумя глазами может восстановиться.

Борьба с помутнением хрусталика — катарактой. Хрусталик состоит из прозрачных клеток эпителиальной ткани. С возрастом биохимический состав этих клеток может измениться. Тогда прозрачность хрусталика нарушается — возникает *катаракта*. Этому способствуют нарушения обмена веществ, травмы, отравления ртутьсодержащими веществами, радиоактивное облучение.

Помутневший хрусталик офтальмологи (глазные врачи) удаляют. Вместо него сквозь крошечный разрез вставляют искусственный хрусталик. Современные технологии позволяют практически полностью восстановить зрение после операции.

Травмы глаз. Ушибы, ранения, термические и химические ожоги очень опасны для глаз, так как могут стать причиной помутнения роговицы — образования *бельма*, что ведёт к потере зрения.

Попавшие в глаз мелкие пылинки можно извлечь чистым носовым платком. При ранении глаза, особенно при нарушении его оболочек, нельзя пытаться самим извлечь попавшие в глаз предметы. Это может привести к гибели глаза. Следует наложить повязку и срочно доставить пострадавшего к врачу.

Причиной ранения может стать неосторожное обращение с острыми предметами, стрельба из рогаток, метание камней и т. п. На производстве необходимо соблюдать технику безопасности: работа по электросварке, на слесарных и токарных станках без защитных очков или с отключением защитных приспособлений категорически запрещена.

Ожоги глаз часто являются следствием небрежного обращения с огнём и паром. Искра может попасть в глаз, пар из кипящей кастрюли или чайника может обжечь лицо и глаза, если склоняться низко над ними. Надо следить, чтобы носик кипящего чайника не был обращён к вам, так как и в этом случае возможны ожоги.

Оказывая первую помощь при термических ожогах, прежде всего глаз надо промыть проточной холодной водой. При попадании в глаз кислот, щелочей и других едких веществ надо особенно тщательно промыть его большим количеством чистой холодной воды, чтобы хорошо отмыть его от химикатов.

ГЛАЗНЫЕ ИНФЕКЦИИ, КОНЪЮНКТИВА, КОНЪЮНКТИВИТ, БЛИЗОРУКОСТЬ, ДАЛЬНОЗОРКОСТЬ, МЫШЦЫ РЕСНИЧНОГО ТЕЛА, ПРЕЛОМЛЯЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ ГЛАЗА, ДИОПТРИЯ, БЕЛЬМО.

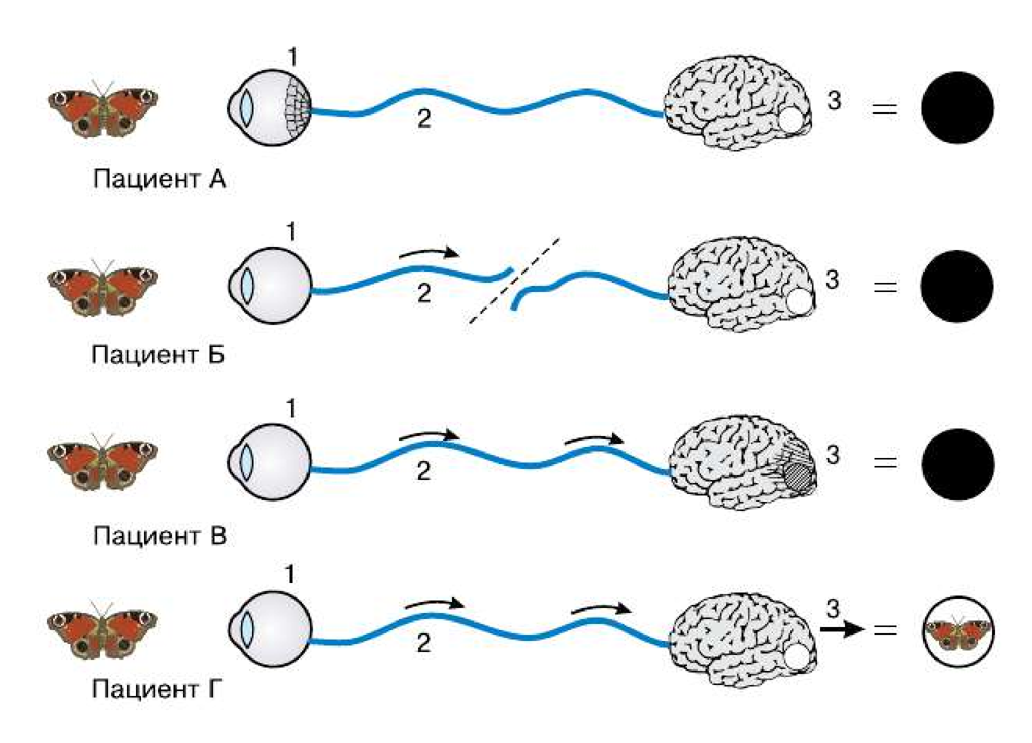


Рис. 138. Анализаторы здорового и больных пациентов

Вопросы

1. Назовите причины конъюнктивита. Какую помощь надо оказать пострадавшему? Как предупредить это заболевание?
2. Чем различается близорукое и дальнозоркое зрение?
3. Что такое бельмо и катаракта? Существуют ли в настоящее время способы лечения этих заболеваний?

Задания

1. Объясните, что делать при ранении глаз, термических и химических ожогах.
2. Рассмотрите рисунок 138. Укажите, у кого из пациентов зрение нормальное и какими нарушениями зрения страдают другие.
3. Со времени своего образования Всероссийское общество слепых действует под девизом «Равные права — равные возможности». Проанализируйте, какие технические или иные приспособления помогают слепым людям ориентироваться на улице, в транспорте, дома.
4. Существует много поговорок и пословиц о глазах и зрении. Найдите 2—3 таких выражения и объясните их смысл.

§ 51. Слуховой анализатор

1. **Что общего между зрительным и слуховым анализаторами?**
2. **Каково строение и функции наружного, среднего и внутреннего уха?**
3. **Как звуковая волна преобразуется в наружном, среднем и внутреннем ухе?**
4. **Что происходит в слуховых рецепторах?**
5. **Как сохранить хороший слух?**

Значение слуха. Как и зрение, слух даёт возможность воспринимать информацию на значительном расстоянии. С помощью слуха животные обнаруживают добычу, спасаются от хищников, общаются. Важен слух и для человека, так как с этим анализатором связана членораздельная речь. Лишившиеся в раннем детстве слуха люди теряют способность произносить слова. Требуется длительная лечебная тренировка по специальной методике, чтобы глухой от рождения человек мог говорить.

Строение органа слуха. Как и любой другой анализатор, слуховой тоже состоит из трёх частей: *слуховых рецепторов, слухового нерва* и слуховой зоны *коры больших полушарий* головного мозга, где происходят анализ и оценка звуковых раздражений. В органе слуха различают наружное, среднее и внутреннее ухо (рис. 139).

Наружное ухо состоит из *ушной раковины* и наружного *слухового прохода*. Покрытые кожей ушные раковины состоят из хряща. Они улавливают звуки и направляют их в слуховой проход. Он покрыт кожей и состоит из наружной хрящевой части и внутренней — костной. В глубине слухового прохода имеются волосы и кожные железы, выделяющие липкое жёлтое вещество — ушную серу. Она задерживает пыль и уничтожает микроорганизмы. Внутренний конец слухового прохода затянут *барабанной перепонкой*, которая преобразует воздушные звуковые волны в механические колебания.

Среднее ухо представляет собой полость, заполненную воздухом. В ней имеются три *слуховых косточки*. Одна из них, *молоточек*, упирается в барабанную перепонку, вторая, *стремечко*, в перепонку *овального окна*,

которое ведёт во внутреннее ухо. Третья косточка, *наковальня*, находится между ними. Получается система костных рычагов, примерно в 20 раз увеличивающая силу воздействия колебаний барабанной перепонки.

Полость среднего уха с помощью слуховой трубы сообщается с полостью глотки. При глотании вход в слуховую трубу открывается, и давление воздуха в среднем ухе становится равным атмосферному. Благодаря этому барабанная перепонка не выгибается в ту сторону, где давление меньше.

Внутреннее ухо отделено от среднего костной пластинкой с двумя отверстиями — овальным и круглым. Они также затянуты перепонками. Внутреннее ухо представляет собой *костный лабиринт*, состоящий из системы полостей и канальцев, расположенных в глубине височной кости. Внутри этого лабиринта, как в футляре, находится *перепончатый лабиринт*. В нём имеется два разных органа: орган слуха и орган равновесия — *вестибулярный аппарат*. Все полости лабиринта заполнены жидкостью.

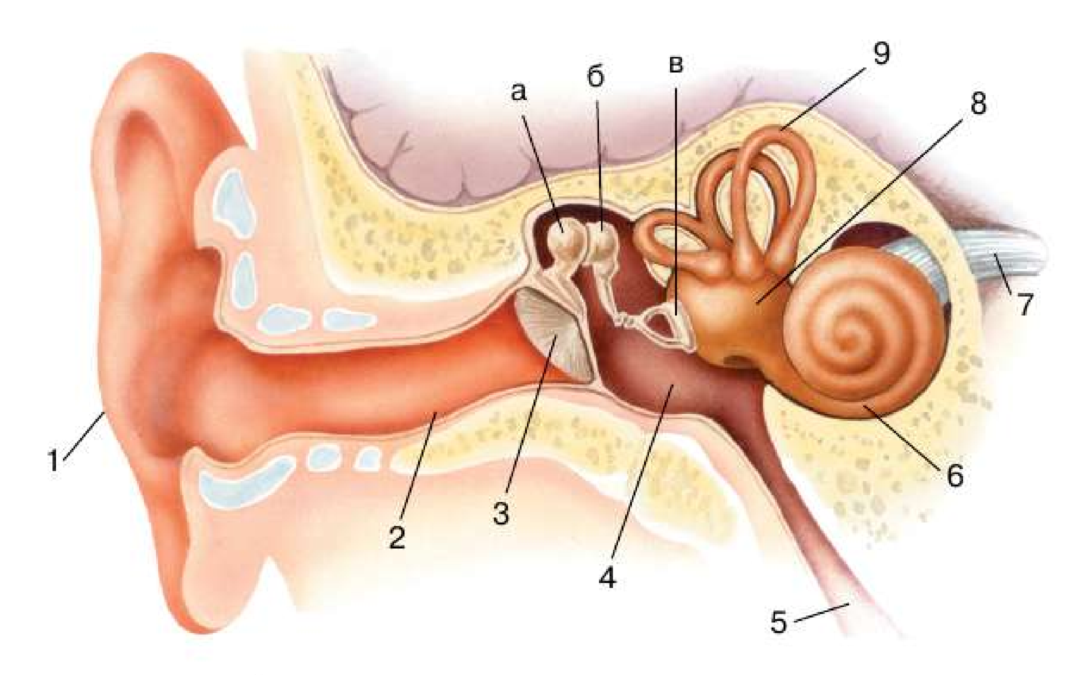


Рис. 139. Строение уха и вестибулярного аппарата.
Наружное ухо: 1 — ушная раковина; 2 — слуховой проход; 3 — барабанная перепонка. Среднее ухо: 4 — полость среднего уха; 5 — слуховая труба; косточки среднего уха: молоточек (а), наковальня (б), стремечко (в). Внутреннее ухо: 6 — улитка; 7 — слуховой нерв. Вестибулярный аппарат: 8 — преддверие с мешочками; 9 — полукружные каналы

Рис. 140. Движение жидкости внутри улитки:
1 — овальное окно;
2 — вершина улитки;
3 — круглое окно

Орган слуха находится в *улитке*. Её спирально закрученный канал образует 2,5—2,75 оборота (рис. 140). Он разделён продольными мембранами (перегородками) на верхнюю, среднюю и нижнюю части. Рецепторы слуха (чувствительные волосковые клетки) находятся в спиральном органе, расположенном в средней части канала (рис. 141).



Колебания воздуха (звуковые волны) вызывают механические колебания барабанной перепонки. С помощью слуховых косточек они передаются перепонке овального окна, а через неё — жидкости внутреннего уха. Колебания жидкости передаются волокнам основной мембраны (рис. 141, В), на которой расположены волосковые клетки. Причём высокие звуки вызывают колебания более коротких волокон, а низкие — более длинных. Это приводит к раздражению соответствующих рецепторов слуха. Возникающие в рецепторах возбуждения по нерву поступают в слуховую зону коры большого мозга, где и формируются слуховые ощущения.

Каждое полушарие получает информацию от обоих ушей, благодаря чему становится возможным определять источник звука и его направление. Если звучащий предмет находится слева, то импульсы от левого уха приходят в мозг раньше, чем от правого. Эта небольшая разница во времени и позволяет не только определять направление, но и воспринимать звуковые источники из разных участков пространства. Такое звучание называют *объёмным* или *стереофоническим*.

Гигиена органа слуха. Гигиенические процедуры начинают с ежедневного мытья ушей. В наружном слуховом проходе, ведущем от ушной раковины к барабанной перепонке, постоянно выделяется *ушная сера*. Она содержит

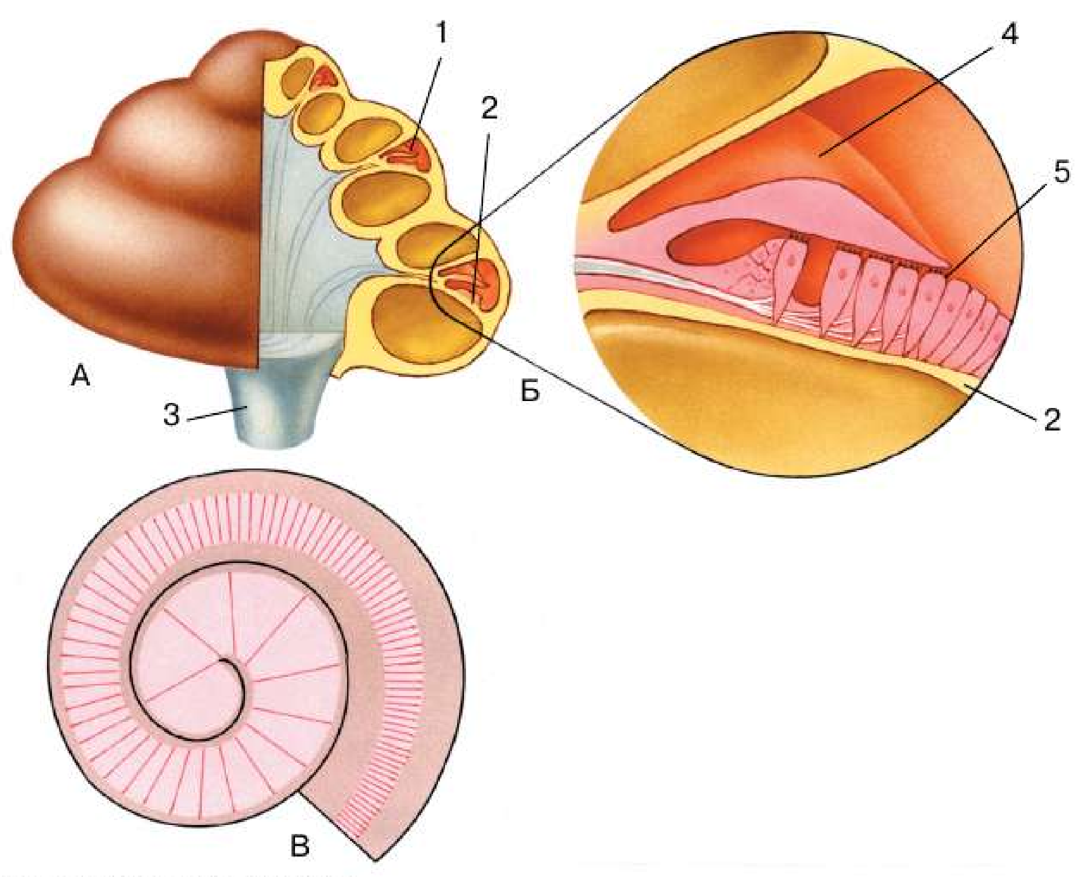


Рис. 141. Спиральный орган в улитке.
А — вскрытая улитка: 1 — положение спирального органа в улитке;
2 — основная мембрана; 3 — слуховой нерв;
Б — спиральный орган: 2 — основная мембрана; 4 — покровная пластинка (мембрана); 5 — волосковые клетки (рецепторы слуха);
В — основная мембрана, состоящая из волокон разной длины и толщины, несущих волосковые клетки (вид сверху) и способных отзываться на звуки разной высоты. Деформация волосков клеток (5) при колебании основной мембраны вызывает возбуждение слуховых рецепторов

смягчающие и противомикробные вещества. Накопление ушной серы может привести к закупорке наружного слухового прохода и ухудшению слуха. Чистить уши спичкой, булавкой и прочими твёрдыми предметами, чтобы удалить ушную серу, не рекомендуется.

Воспаление слизистой оболочки носа и горла приводит к тому, что слуховая труба заполняется слизью и давление воздуха в среднем ухе не может сравняться с наружным давлением. При этом человек испытывает своеобразное ощущение — заложенность в ушах. При насморке очищать носовые ходы надо поочерёдно, чтобы через слуховые трубы потоки воздуха не прорывались в среднее ухо, когда выход воздуха наружу будет заблокирован.

Особенно опасно *воспаление среднего уха*. Оно сопровождается сильной болью и может привести к нарушению подвижности слуховых косточек, снижению слуха. Поражение слуховых рецепторов и слухового нерва может вести к глухоте.

Систематическое пребывание в шумной обстановке или кратковременное, но весьма интенсивное воздействие звука может привести к *тугоухости*. Длительное пребывание в среде, «загрязнённой» избыточными звуками («звуковой шум»), ведёт к повышению раздражительности, ухудшению сна, головным болям, повышению артериального давления.

НАРУЖНОЕ УХО: УШНАЯ РАКОВИНА, СЛУХОВОЙ ПРОХОД, БАРАБАННАЯ ПЕРЕПОНКА; СРЕДНЕЕ УХО: СЛУХОВЫЕ КОСТОЧКИ, СЛУХОВАЯ ТРУБА, ПЕРЕПОНКА ОВАЛЬНОГО И КРУГЛОГО ОКНА; ВНУТРЕННЕЕ УХО: КОСТНЫЙ ЛАБИРИНТ, ПЕРЕПОНЧАТЫЙ ЛАБИРИНТ, УЛИТКА, РЕЦЕПТОРЫ СЛУХА; СТЕРЕОФОНИЧЕСКОЕ ЗВУЧАНИЕ; ВОСПАЛЕНИЕ СРЕДНЕГО УХА, ТУГОУХОСТЬ.

Вопросы

1. Каково значение слуха?
2. Сравните понятия «орган слуха» и «слуховой анализатор». В чём их сходство и различие?
3. Как и куда передаются звуковые колебания от барабанной перепонки?
4. Какое влияние на орган слуха и центральную нервную систему может оказать громкая музыка?

Задания

1. Определение остроты слуха. Приставьте к уху механические часы и отставляйте их от себя до тех пор, пока не перестанете слышать их тиканье. В момент исчезновения звука измерьте расстояние (в см) между часами и ухом. Чем оно больше, тем лучше слуховая чувствительность. Теперь приближайте издалека часы к уху до появления едва заметного звука. Измерьте также расстояние. Вычислите среднее. Таким образом найдите свою слуховую чувствительность.
2. Используя дополнительную литературу и ресурсы Интернета, выясните, какие технические или иные приспособления помогают глухим людям. Что такое слухопротезирование?

§ 52. Орган равновесия, мышечное и кожное чувство, обонятельный и вкусовой анализаторы

1. **Как функционирует орган равновесия?**
2. **Почему мышечное чувство и кожная чувствительность неотделимы при осязании?**
3. **Как действуют анализаторы вкуса и обоняния?**
4. **Как устанавливается ложность иллюзорных восприятий?**

Орган равновесия. Ориентация тела в пространстве осуществляется вестибулярным аппаратом (рис. 142). Он находится в глубине пирамиды височной кости, рядом с улиткой внутреннего уха. Вестибулярный аппарат состоит из двух *мешочков* и трёх *полукружных каналов*. Каналы расположены в трёх взаимоперпендикулярных направлениях. Это соответствует трём измерениям пространства (высоте, длине, ширине) и позволяет определять положение и перемещение тела в пространстве.

Рецепторы вестибулярного аппарата — это волосковые клетки. Они расположены в стенках мешочков и полукружных каналов. Мешочки заполнены густой жидкостью с небольшими кристалликами солей кальция. Если голова находится в вертикальном положении, давление приходится на волоски клеток, находящихся на дне мешочка. Если положение головы меняется, давление смещается на его боковые стенки (см. рис. 142).

Полукружные каналы представляют собой, как и мешочки, замкнутые резервуары с жидкостью. При вращательных движениях тела жидкость в определённом канальце либо отстаёт в движении, либо продолжает двигаться по инерции, приводя к отклонению чувствительных волосков и возбуждению рецепторов.

От рецепторов вестибулярного аппарата нервные импульсы идут в центральную нервную систему. На уровне среднего мозга центры вестибулярного анализатора образуют тесные связи с центрами глазодвигательного нерва. Этим, в частности, и объясняется иллюзия движения предметов по кругу, после того как мы прекращаем вращение.

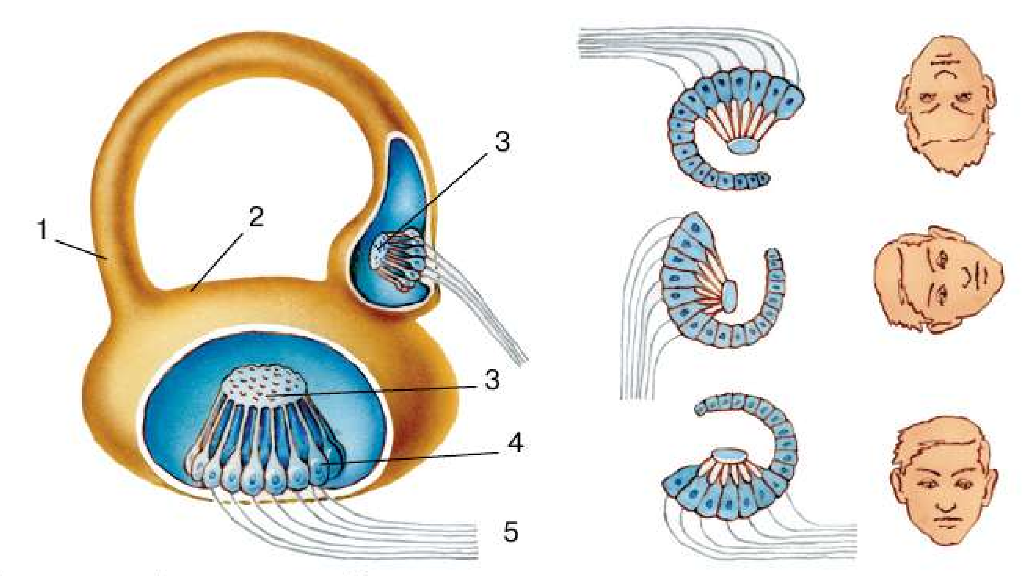


Рис. 142. Строение и функции вестибулярного аппарата:
1 — полукружный канал; 2 — мешочек; 3 — известковые кристаллики;
4 — волосковые клетки; 5 — нервные волокна;
справа — изменения в органах равновесия при разном положении головы

Вестибулярные центры тесно связаны с мозжечком и гипоталамусом, из-за чего при укачивании у человека теряется координация движения и возникает тошнота. Заканчивается вестибулярный анализатор в коре большого мозга. Его участие в осуществлении сознательных движений позволяет управлять телом в пространстве.

Мышечное чувство. В мышцах и сухожилиях находятся рецепторы, регистрирующие растяжение и степень сокращения мышц. Они постоянно посылают в мозг нервные импульсы, соответствующие положению мышцы. Более того, человеку достаточно представить будущее движение, как рецепторы определяют, на какую величину мышца должна сократиться, чтобы это движение осуществилось.



В начале приобретения спортивного или трудового навыка человек вынужден контролировать зрением каждое своё движение. После того как навык выработан, надобность в зрительном контроле отпадает. Например, машинистка печатает «слепым» методом, пианист не смотрит на клавиши перед тем, как взять аккорд. Контроль мозга за этими движениями становится автоматическим. Он возможен благодаря мышечному чувству.

Зона коры больших полушарий, воспринимающая нервные импульсы от мышц, находится в одной из извилин его теменных долей. Управление произвольными движениями осуществляется нервными клетками, расположенными в лобных долях мозга.

Кожное чувство. Кожная чувствительность связана с *осязанием* — способностью организма воспринимать болевые, термические и механические (тактильные) воздействия при помощи различных специализированных рецепторов. Эти воздействия воспринимают кожа, слизистые оболочки рта, носа, языка. Кожная чувствительность помогает человеку взаимодействовать с окружающей средой. Различают *тактильную* рецепцию, которая позволяет человеку ощущать прикосновение, давление, вибрацию, *температурную* (тепловые и холодовые рецепторы) и *болевую*. Для здоровых людей *вибрационное чувство* имеет небольшое значение, но для слепоглухонемых ощущение вибрации во многом заменяет слух.

Некоторые тактильные рецепторы очень быстро адаптируются, поэтому ощущается не само прикосновение или давление, а только изменение. Например, мы не ощущаем одежду, которая постоянно прикасается к телу. Однако есть рецепторы, возбуждение которых мы пропустить не можем, это рецепторы боли. Боль является очень важным сигналом для организма, она предупреждает о возможном или произошедшем повреждении тканей и органов. К болевым ощущениям человек не привыкает. Чувство боли заставляет его обращать внимание на грозящую опасность. Боль предохраняет от травм, сообщает о возникновении заболевания. Благодаря чувству боли, мы мгновенно отдёргиваем руку от горячего или колющегося предмета.

Осязательные рецепторы расположены около границы эпидермиса и дермы и глубже. Они представляют собой окончания дендритов чувствительных нейронов.

Осязание — сложное чувство. С его помощью мы получаем информацию о размерах, форме, шероховатости, плотности, а также о некоторых других свойствах предмета, важных для его определения (рис. 143).

Информация от тела и конечностей по спинномозговым нервам поступает в спинной мозг. Там она участвует

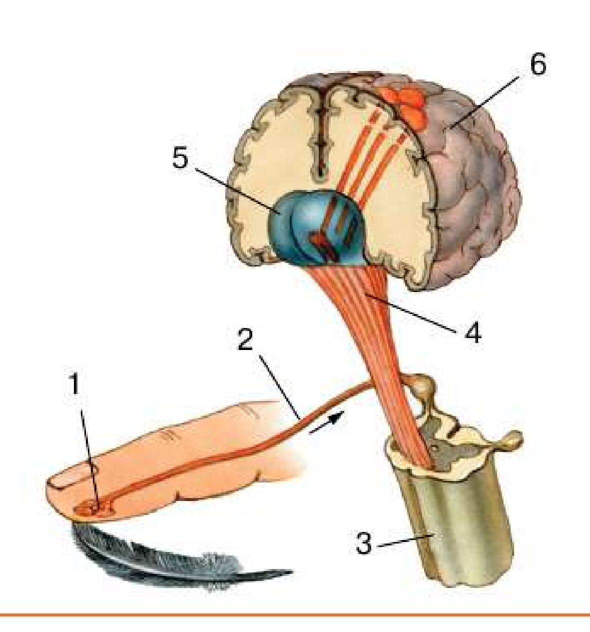


Рис. 143. Тактильная рецепция:
1 — рецептор; 2 — отросток чувствительного нейрона спинномозгового узла;
3 — спинной мозг;
4 — восходящие нервные пути;
5 — таламус; 6 — кожно-мышечная чувствительная зона коры больших полушарий

в запуске многих безусловных рефлексов (например, сгибание конечности в ответ на болевой стимул) и по восходящим волокнам передаётся в головной мозг. Чувствительность от головы по волокнам V пары черепно-мозговых нервов поступает в головной мозг. Объединённая информация от всей поверхности тела направляется в таламус, а затем в кору больших полушарий.

Центральный отдел кожного анализатора занимает переднюю часть теменной доли. Наибольшей кожной чувствительностью у человека обладают губы и руки (кончики пальцев и ладони), там находится больше всего нервных окончаний. Поэтому в коре больших полушарий особенно обширно представлены губы, лицо, кисти. Это значит, что от этих областей поступает наиболее детальная и подробная информация, в обработке которой участвует наибольшее число нейронов коры. В коре головного мозга происходит различение и узнавание предмета, возникает кожное ощущение.

Обонятельный анализатор. Обонятельные рецепторы находятся в слизистой оболочке верхних носовых раковин. Это нейроны, короткий отросток которых выходит на поверхность слизистой и заканчивается пучком ресничек (рис. 144).

Не все вещества способны вызывать раздражение обонятельных клеток, а лишь летучие или растворимые в воде либо в жирах. При вдыхании воздуха молекулы паху-

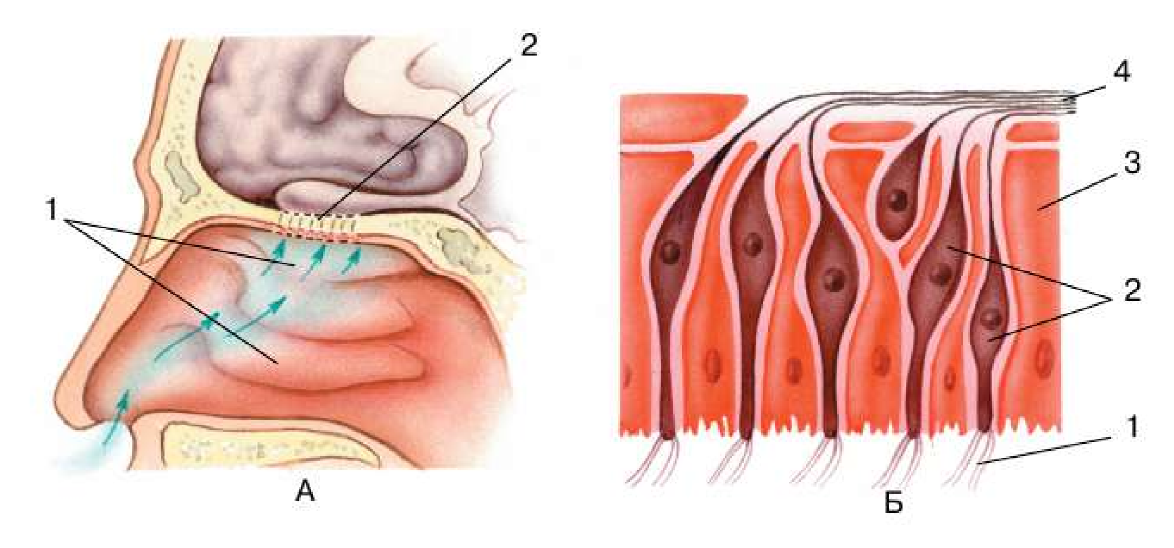


Рис. 144. Орган обоняния.
А — расположение органа обоняния в носовой полости:
1 — носовая полость; 2 — обонятельные рецепторы и отходящие от них в головной мозг чувствительные нервы; Б — обонятельные рецепторы:
1 — реснички; 2 — обонятельные клетки; 3 — эпителиальные клетки;
4 — аксоны, образующие нервные волокна

чих веществ растворяются в слизи, покрывающей носовую полость, и взаимодействуют с ресничками рецептора. В клетках возникает нервный импульс, распространяющийся в центральную нервную систему по длинным отросткам — аксонам. Аксоны обонятельных рецепторов образуют обонятельные нервы. Современные учёные считают, что любой запах является смесью так называемых чистых запахов, точное число которых пока не установлено. По-видимому, их не менее нескольких десятков: цветочный, эфирный, гнилостный и др. Предполагают, что каждый обонятельный рецептор настроен на свой чистый запах и передаёт информацию именно о нём.

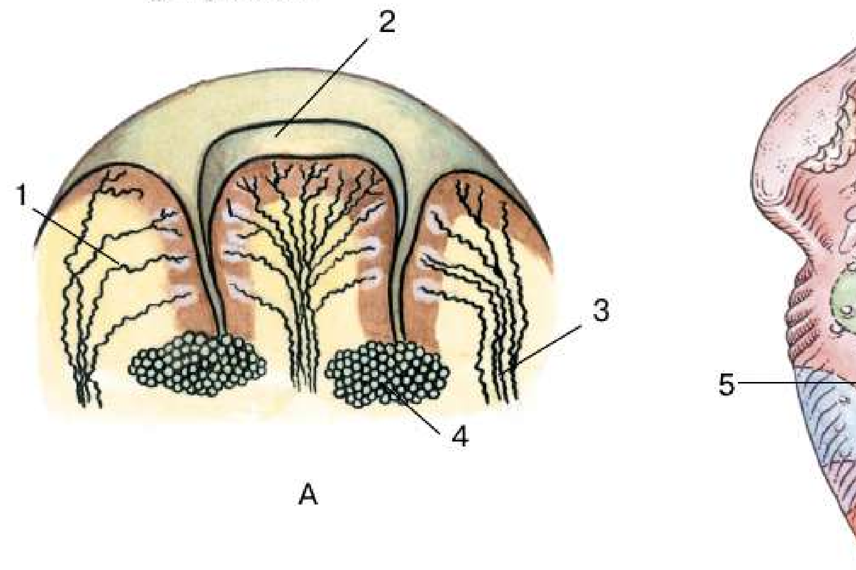
Центральный отдел обонятельного анализатора — обонятельная кора, расположенная на внутренней височной и нижней поверхности больших полушарий в передней её части. Там происходит формирование целостного обонятельного ощущения.

Вкусовой анализатор. В слизистой оболочке языка находятся небольшие возвышения — *вкусовые сосочки*, имеющие грибовидную, желобовидную или листовидную форму (рис. 145, А, 146). Каждый сосочек сообщается с ротовой полостью небольшим отверстием — *порой*. Она ведёт

в небольшую камеру, на дне которой располагаются *вкусовые рецепторы*. Они представляют собой волосковые клетки, волоски которых погружены в жидкость, заполняющую камеру.

Когда пища оказывается во рту, она растворяется в слюне, и этот раствор попадает в полость камеры, воздействуя на реснички. Если рецепторная клетка реагирует на данное вещество, она возбуждается, и информация в виде нервных импульсов поступает в мозг.

Различные рецепторы вкуса по-разному реагируют на те или иные воздействия (рис. 145, Б). Так, кончик языка лучше воспринимает сладкое, боковые края языка — кислое. Рецепторы, расположенные на передних и боковых краях языка, реагируют на солёное, рецепторы задней поверхности языка — на горькое. Последних особенно много, и это не случайно. Несъедобные или ядовитые вещества часто обладают горьким, неприятным вкусом. Раздражение этими веществами рецепторов задней поверхности языка вызывает защитный рвотный рефлекс.



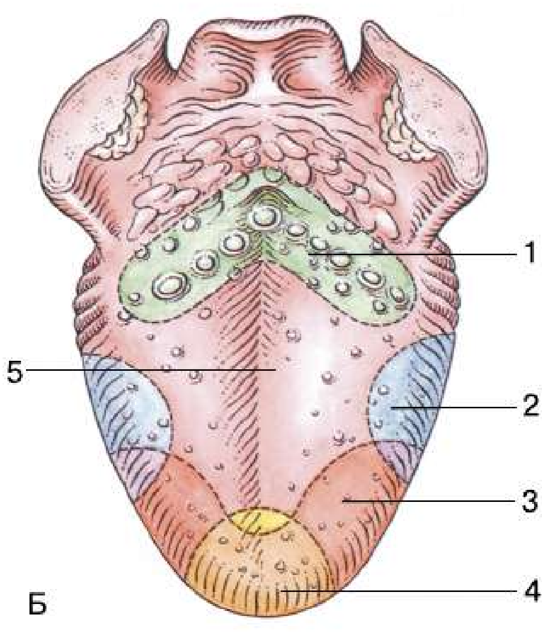


Рис. 145. Орган вкуса.
А — строение вкусового сосочка:
1 — вкусовые рецепторы; 2 — вкусовой сосочек; 3 — вкусовые нервы;
4 — железы, секреты которых отмывают сосочек от воздействовавших на него веществ;
Б — вкусовые зоны языка и ощущения, возникающие при их раздражении:
1 — горькое; 2 — кислое; 3 — солёное; 4 — сладкое;
5 — зона с разными рецепторами вкуса

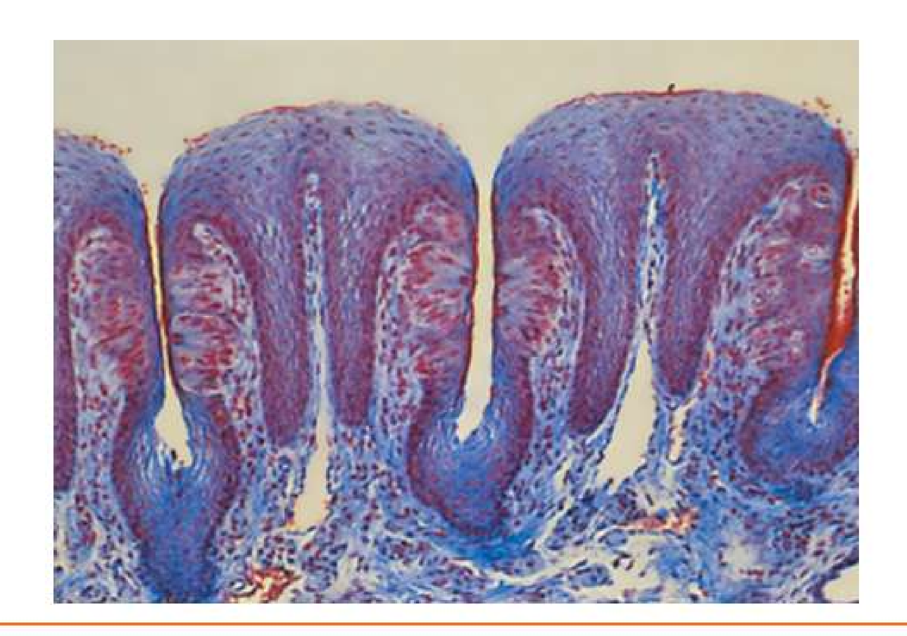


Рис. 146. Желобовидные вкусовые сосочки в разрезе (микрофотография)

Рядом со вкусовыми сосочками находятся железы, выделяющие жидкость, которая непрерывно омывает сосочки. Поэтому вкусовые ощущения сохраняются недолго, и вскоре человек способен воспринимать новые ощущения.

В определении вкуса, помимо вкусовых ощущений, участвуют обонятельные, температурные, тактильные, а иногда и болевые рецепторы (если в рот попадёт едкое вещество). Синтез всех этих ощущений и определяет вкус пищи.

Вкусовая зона коры большого мозга находится на внутренней стороне височной доли, рядом с обонятельной.

Иллюзии. Ложные восприятия, как мы знаем, называют *иллюзиями*. Помимо физических, причины их могут быть и психологическими. Так, мы обычно переоцениваем верхнюю часть фигуры: она кажется больше. Чтобы убедиться в этом, откройте страницу в книге, где есть цифра «восемь». Оба кружка её кажутся одинаковыми. Переверните страницу шрифтом вниз, и вы увидите, что верхний кружок восьмёрки (теперь он внизу) кажется мельче. Иллюзорные восприятия корригируются практикой.

Компенсация одних анализаторов другими. Вы уже знаете, что слуховой анализатор связан со зрительным, зрительный — с мышечным и вестибулярным, вку-

совой — с осязательным и обонятельным анализаторами. При недостаточном развитии или повреждении одного анализатора компенсаторно совершенствуются другие. Хотя другие анализаторы не могут полностью возместить функцию отсутствующего, они позволяют больному человеку по-новому приспособиться к жизни. Яркий пример этого — Ольга Скороходова, которая была слепоглухонемой, но смогла получить высшее образование, защитить кандидатскую, а затем и докторскую диссертацию.

ВЕСТИБУЛЯРНЫЙ АППАРАТ, МЕШОЧКИ, ПОЛУКРУЖНЫЕ КАНАЛЫ, ВОЛОСКОВЫЕ КЛЕТКИ, МЫШЕЧНОЕ ЧУВСТВО, КОЖНОЕ ЧУВСТВО, ОСЯЗАНИЕ, ОБОНЯТЕЛЬНЫЕ КЛЕТКИ, ВКУСОВЫЕ СОСОЧКИ, ВКУСОВЫЕ РЕЦЕПТОРЫ.

Вопросы

1. Каково значение вестибулярного анализатора? Как вы думаете, для людей каких профессий наиболее важна корректная работа вестибулярного аппарата?
2. Почему после вращения человеку кажется, что воспринимаемые предметы продолжают движение по кругу?
3. Какими способами можно тренировать выносливость вестибулярного аппарата?
4. Что такое мышечное чувство?
5. Почему перед выполнением сложного действия важно мысленно представить его во всех деталях и нужной последовательности?
6. Как взаимодействуют органы вкуса и обоняния?
7. Из чего складывается общее ощущение пищи?

Задания

1. Что такое иллюзии? Приведите примеры из своей жизни.
2. Нарисуйте прямую вертикальную линию. Попробуйте её разделить пополам, не пользуясь линейкой. Затем измерьте половинки. Почему верхняя чаще оказывается меньше нижней? Как вы считаете, у кого чаще встречается эта ошибка: у людей, знающих или не знающих об этой иллюзии?
3. Организуйте и проведите дискуссию на тему «Вкус и обоняние — стражи человеческого здоровья».

Основные положения главы 12

Каждый анализатор состоит из рецепторов, нервных путей и чувствительной зоны коры больших полушарий. Там полученная информация оценивается, перерабатывается, хранится, а затем используется для ответных действий. Работа анализатора начинается с органов чувств.

Органы чувств — это специализированные органы, обеспечивающие преобразование информационных сигналов, поступающих от раздражителя, в форму, доступную для рецепторов. Так, радужка глаза, роговица, хрусталик и стекловидное тело обеспечивают чёткое изображение на сетчатке. Там происходят фотохимические процессы, которые превращают световые сигналы в поток нервных импульсов.

Наружное ухо преобразует воздушные колебания в механические колебания барабанной перепонки, косточки среднего уха усиливают их и через мембрану овального окна заставляют колебаться жидкость внутреннего уха, а та воздействует на слуховые рецепторы. Их механические колебания преобразуются в нервные импульсы.

Принципиально те же процессы происходят и в других органах чувств: поступающие раздражения преобразуются в нервные импульсы.

По нервам нервные импульсы поступают в головной мозг, в том числе и в кору больших полушарий. В первичных чувствительных зонах анализируются отдельные параметры раздражителя, во вторичных — воссоздаются образы в пределах данного анализатора (зрительного, слухового, тактильного), в третичных — воспроизводится всё событие в целом.

В общем анализаторы дают верную картину внешних событий. Отдельные неточности, иллюзии исправляются практикой. Каждый из анализаторов специфичен, он не может быть полностью заменён другим, но возможна частичная компенсация недостатка одного анализатора усиленным развитием другого.



Высшая нервная деятельность. Поведение. Психика

Из этой главы вы узнаете

- о врождённых и приобретённых программах поведения;
- о природе сна и сновидений, памяти, мышлении;
- об эмоциях и волевых действиях;
- о значении речи и трудовой деятельности

Вы научитесь

- выделять существенные особенности поведения и психики человека;
- разбираться в схемах безусловных и условных рефлексов;
- оценивать свою наблюдательность, память, внимание и путём тренировки улучшать их



§ 53. Вклад отечественных учёных в разработку учения о высшей нервной деятельности

1. В чём состояло открытие И. М. Сеченова?
2. Какие закономерности в работе головного мозга были открыты И. П. Павловым?
3. Отчего мы не замечаем ошибки в деталях при восприятии хорошо знакомых объектов?
4. Какое отношение к этому имеет открытое А. А. Ухтомским явление доминанты?

Высшая нервная деятельность. Из предыдущих параграфов вы узнали о том, что нервная система регулирует работу органов и систем организма, обеспечивает поддержание постоянства его внутренней среды, а также формирует поведение человека в социальной и природной среде. Процессы, происходящие в высших отделах центральной нервной системы человека, относят к *высшей нервной деятельности*. Высшая нервная деятельность направлена на приспособление организма к постоянно меняющимся условиям внешней среды. По своему содержанию это понятие очень близко к понятию «поведение». Непрерывное совершенствование высшей нервной деятельности происходит в процессе обучения, в результате которого человек приобретает способность выбирать наилучший из возможных вариантов, предвидеть результаты своей деятельности, изменять окружающие его условия, создавать новые материальные и духовные ценности, то есть осуществлять психическую деятельность.

И. М. Сеченов и И. П. Павлов. Изучение высшей нервной деятельности в России связано прежде всего с именами двух великих учёных: Ивана Михайловича Сеченова (1829—1905) и Ивана Петровича Павлова (1849—1936).



Иван Михайлович Сеченов

Заслуга И. М. Сеченова состоит в том, что он доказал, что головной мозг может как усиливать рефлексы спинного мозга, так и затормаживать их. Именно открытие центрального торможения принесло И. М. Сеченову славу и мировое признание. Он показал, что *высшие отделы нервной системы способны регулировать* работу ниже расположенных отделов. Этим была доказана многоуровневая организация работы мозга. Чем выше расположен отдел мозга, тем более сложные функции он выполняет.



И. П. Павлов продолжил исследование и установил, что все рефлексы могут быть разделены на две большие группы. Это *врождённые рефлексы*, названные им *безусловными*, и рефлексы, *выработанные уже после рождения*, в процессе жизни, названные им *условными*. Образование условных рефлексов И. П. Павлов связывал с работой коры полушарий большого мозга. Они возникают при обязательном условии сочетания какого-либо раздражения, даже незначительного, с жизненно важными раздражениями (например, пищей, болью, опасностью) и становятся их *сигналами*.



Выработка условного рефлекса начинается с подачи будущего условного раздражителя, в нашем примере — с зажигания лампочки. Обозначим зажжённую лампочку буквой Л, а центры, которые возбуждаются в зрительной зоне коры большого мозга, буквой $Л_1$ (рис. 147). После проявления ориентировочного рефлекса на свет лампочки животному дают пищу. Она вызывает безусловный слюноотделительный рефлекс и возбуждение $П_1$ в пищевом центре коры. После этого несколько раз сочетают свет лампочки Л с кормлением П. В головном мозге последовательно возникают возбуждения $Л_1$ и $П_1$. Меж-

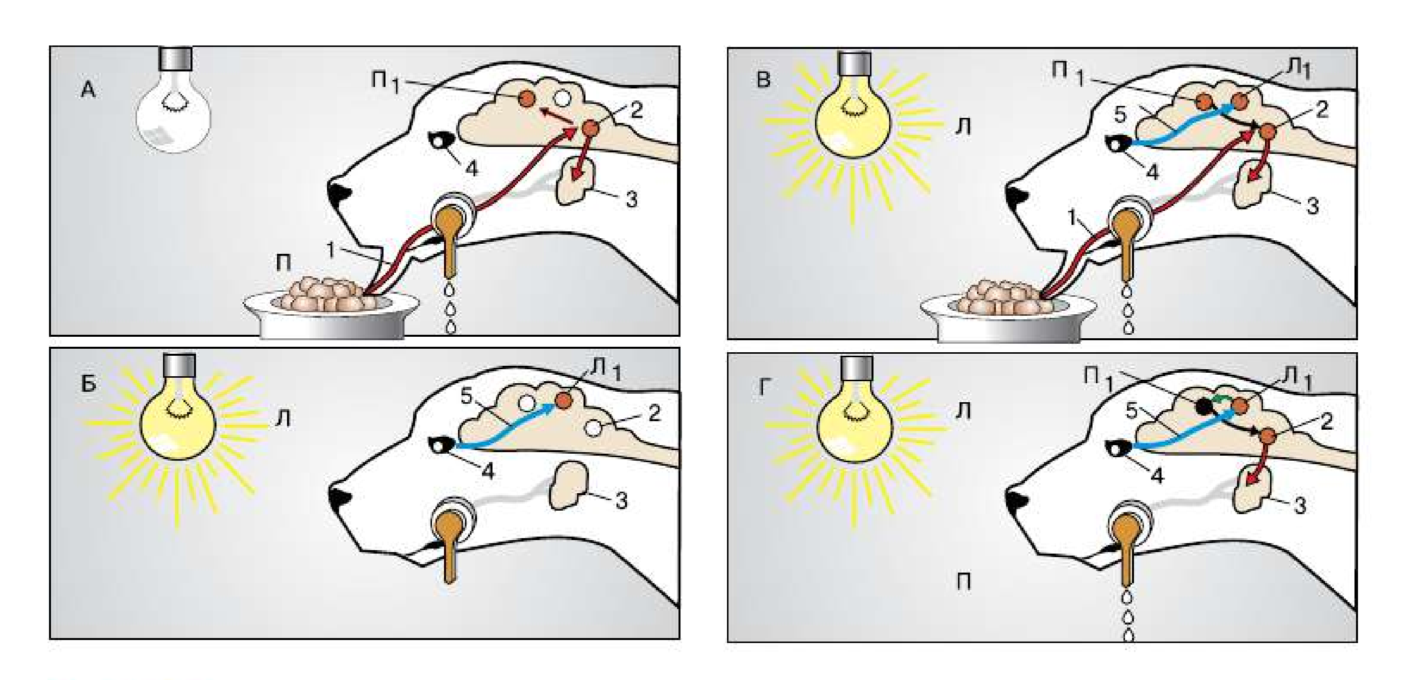


Рис. 147. Выработка условного рефлекса по И. П. Павлову:
А — безусловный слюноотделительный рефлекс;
Б — ориентировочный рефлекс на свет лампочки;
В — выработка условного слюноотделительного рефлекса на свет лампочки;
Г — проявление выработанного условного рефлекса на свет лампочки:
1 — рецепторы языка; 2 — слюноотделительный центр продолговатого мозга;
3 — слюнная железа; 4 — рецепторы глаза; 5 — зрительные пути;
П — пища; $П_1$ — пищевой центр коры больших полушарий; Л — свет лампочки;
$Л_1$ — зрительная зона коры больших полушарий, воспринимающая свет лампочки

ду этими центрами появляется временная связь $Л_1$—$П_1$. После её образования проявляется условный рефлекс.

Включается лампочка. Возбуждается центр $Л_1$. По образовавшейся связи $Л_1$—$П_1$ возбуждение достигает пищевого центра $П_1$. По нисходящим путям оно переходит на слюноотделительный центр продолговатого мозга. Оттуда идёт к слюнным железам, которые начинают функционировать на сигнал пищи (включение лампочки) ещё до того, как появится сама пища.

Торможение. И. М. Сеченов открыл *центральное торможение*. И. П. Павлов выяснил, как взаимодействуют между собой процессы возбуждения и торможения. Он показал, что бывает *торможение безусловное* (*врождённое*) и *торможение условное*, приобретаемое в процессе жизни. К врождённому торможению относится *внешнее торможение*. Появление любого другого, более сильного раз-

дражителя вызывает новый рефлекс в организме, а прежний прекращает свою деятельность. Такое торможение назвали внешним потому, что очаг торможения возникает вне функционирующей рефлекторной дуги. С помощью внешнего торможения прерывается действие, которое совершалось раньше.

К приобретённому торможению относят внутреннее торможение, наступающее при неподкреплении условного рефлекса, например при его угасании. Оно развивается в нейронах самой рефлекторной дуги условного рефлекса и потому было названо внутренним.

У собаки с уже выработанным условным рефлексом изменим условия опыта: включим лампочку, но давать пищу после этого не будем.

Сначала животное будет реагировать на лампочку как на сигнал пищи — будет происходить условно-рефлекторное слюноотделение. Однако затем начнётся *угасание* условного рефлекса: слюны будет выделяться всё меньше и меньше, пока условно-рефлекторное слюноотделение не прекратится полностью. Через некоторое время рефлекс слюноотделения на лампочку восстановится — произойдёт *растормаживание*. Однако если условный рефлекс не подкреплять и в дальнейшем, то выработается *тормозная временная связь*: свет лампочки станет сигналом отсутствия пищи, и голодное животное перестанет искать корм в кормушке. Угасание условного рефлекса — биологически важное приспособление. Благодаря ему организм перестаёт напрасно тратить энергию и реагировать на сигнал, потерявший своё значение.

Метод условных рефлексов. С помощью метода условных рефлексов можно решать ряд экспериментальных задач, например выявить способность животного различать те или иные цвета, следить за движением процесса возбуждения в коре большого мозга и подкорковых центрах.

С помощью метода условных рефлексов был открыт *закон взаимной индукции*. Он заключается в том, что очаг возбуждения «наводит» на соседние или конкурирующие с ним участки процесс торможения. Например, сторожевая собака, спокойно поглощавшая свою порцию корма, вдруг заметила приближение чужого человека.

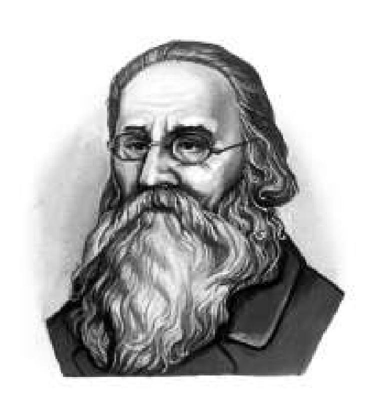
Она начинает лаять, рваться с цепи. Возникший очаг более сильного возбуждения затормаживает пищевой центр. В результате слюна перестаёт выделяться, и собака временно забывает о корме.

Бывают случаи, когда торможение вызывает противоположный процесс — возбуждение. Так, уставшие за день дети, у которых в коре мозга начинается процесс торможения, вдруг начинают «буйствовать»: прыгать, смеяться, капризничать. Это объясняется тем, что очаги торможения в коре вызвали процессы возбуждения в подкорковых центрах, связанных с проявлением эмоций.

С законом взаимной индукции связана смена образов при восприятии двойственных изображений. Если вам удалось чётко увидеть в рисунке два образа, например кролика и утку, то через некоторое время они начнут сменять друг друга. Торможение одного образа по закону взаимной индукции будет вызывать другой, конкурирующий (рис. 148).

Доминанта. Поведение определяется жизненными потребностями. Все они проявляются периодически. Сама по себе потребность, например в пище, существует всегда. Но она то выходит на первый план (возникает ощущение голода), то временно угасает (при насыщении ощущение голода исчезает).

При усилении потребности возникает временно господствующий в центральной нервной системе очаг возбуждения, нацеленный на удовлетворение именно этой потребности. Российский физиолог Алексей Алексеевич Ухтомский (1875—1942) назвал такой механизм временного господства возбуждения *доминантой*.



Алексей Алексеевич Ухтомский

Доминантный очаг отличается рядом особенностей. Во-первых, он способен затормозить все конкурирующие очаги возбуждения. Во-вторых, достаточен любой стимул, чтобы животное, находящееся в состоянии пищевой доминанты, реагировало на любое раздражение слюноотделением и пищедобывающей деятельностью.



Рис. 148. Двойственные изображения:
А — чёрные и белые фигуры с гравюры М. Эшера; Б — ваза — два профиля;
В — кролик — утка; Г — мужской профиль — эскимос

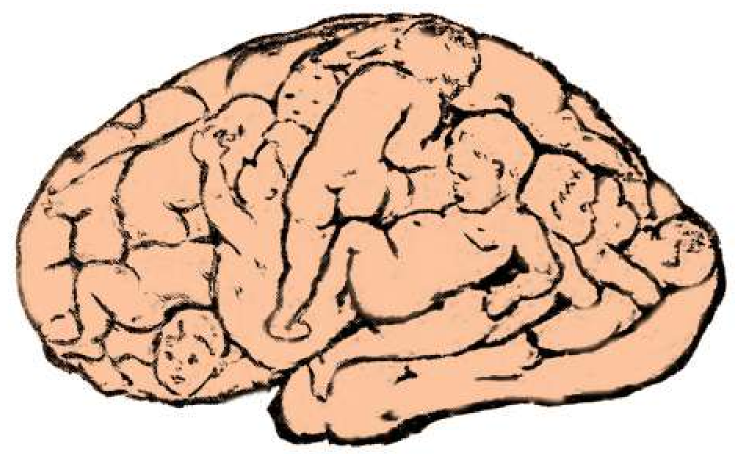


Рис. 149. Иллюзия установки. Играющие дети, вписанные в контуры левого полушария головного мозга, замечаются не сразу. Они принимаются за извилины коры

Доминанта проявляет себя в самых различных ситуациях. Например, когда мы сильно увлечены делом, то не слышим, как к нам обращаются, забываем, что происходит вокруг. И нередко это способствует успешному результату. С явлением доминанты связаны некоторые иллюзии установки: мы, как правило, не замечаем то, что не ожидаем увидеть (рис. 149).

На рисунке изображён головной мозг, и мы сразу воспроизводим его в своём сознании, не вглядываясь в детали. Этот доминирующий образ многим мешает заметить подвох: вместо извилин мозга изображены дети.

ВЫСШАЯ НЕРВНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ, БЕЗУСЛОВНЫЕ И УСЛОВНЫЕ РЕФЛЕКСЫ, БЕЗУСЛОВНОЕ (ВНЕШНЕЕ) И УСЛОВНОЕ (ВНУТРЕННЕЕ) ТОРМОЖЕНИЕ, ДОМИНАНТА.

Вопросы

1. Какие условия необходимы для выработки условного рефлекса?
2. В результате чего условный рефлекс угасает?
3. Что такое доминанта?
4. Каково значение доминанты в жизни?
5. Доминантный очаг возбуждения обычно затормаживает соседние участки коры. Объясните, с каким законом, открытым И. П. Павловым, это связано.
6. Какова связь доминанты с потребностями?

Задания

1. Рассмотрите рисунок 148, Б. Его можно воспринимать по-разному: либо как два профиля, смотрящих друг на друга (они чёрные), либо как вазу (она белая), которую окружает чёрный фон. Попробуйте найти оба изображения. Если это удастся, вы будете видеть то профили, то вазу, поскольку одно восприятие затормаживает другое. Назовите закон, который здесь проявляется. Происходит ли то же самое с другими фигурами?
2. Если животное оказывается в незнакомой обстановке, оно на некоторое время замирает. Это пассивно-оборонительный рефлекс. Потом он сменяется ориентировочным рефлексом — обнюхиванием и рассматриванием незнакомых предметов. Эти безусловные рефлексы неоднократно сменяют друг друга. В чём их биологический смысл?

§ 54. Врождённые и приобретённые программы поведения

1. **Как возникли врождённые формы поведения?**
2. **Почему в детстве люди легко овладевают языком?**
3. **Чем рассудочная деятельность отличается от условно-рефлекторной?**
4. **Почему в ходе выработки навыка временно ухудшаются результаты?**

Врождённые программы поведения — безусловные рефлексы, инстинкты. Безусловные рефлексы передаются по наследству, поэтому все животные, в том числе и человек, рождаются с уже готовым комплексом таких рефлексов. Их число и состав видоспецифичны, то есть характерны для всех представителей данного вида. Безусловные рефлексы «обобщают» исторически (филогенетически) сложившийся видовой опыт и способствуют удовлетворению основных потребностей, то есть продолжению жизни.

Каждый безусловный рефлекс возникает на строго определённый раздражитель (подкрепление): одни — на пищу, другие — на боль, третьи — на появление новой



Рис. 150. Сосательный врождённый рефлекс новорождённого ребёнка



Рис. 151. Хватательный рефлекс наблюдается у новорождённых до четырёхмесячного возраста

информации и т. д. Рефлекторные дуги безусловных рефлексов постоянны и проходят через спинной мозг или ствол головного мозга. Поэтому при повреждении коры больших полушарий они сохраняются.

Поскольку на разных стадиях индивидуального развития (онтогенеза) организм находится не в одинаковых условиях, безусловные рефлексы особей разного возраста могут различаться. Но у всех представителей вида данного возраста и пола в норме они одинаковы (рис. 150, 151). Приведём несколько примеров.

Если младенца положить на живот и приподнять его на руках, его тело выгнется дугой (рис. 152, А). Этот рефлекс направлен *против силы тяжести*.

Когда грудной ребёнок, лежащий на животе, приподнимает голову и смотрит перед собой, она обращена вперёд. Однако когда он устаёт и опускает голову, она поворачивается в сторону (рис. 152, Б, В). Этот рефлекс защищает нос и рот от попадания посторонних веществ, а также от удушья, поскольку, уткнувшись в подстилку, ребёнок мог бы задохнуться. У взрослого человека эти безусловные рефлексы отсутствуют.

Другой формой врождённого поведения является *инстинкт*. Подобно всем рефлексам, инстинкты вызывают-

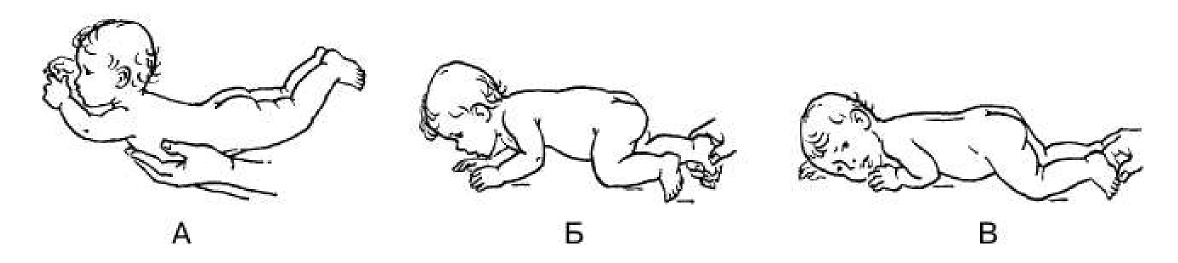


Рис. 152. Рефлексы новорождённых и грудных детей:
А — выгибание туловища в сторону спины, противодействующее силе тяжести;
Б — рефлекс ползания, вызванный раздражением подошвы стопы;
В — поворот головы набок при её опускании

ся комплексом внешних и внутренних причин и представляют *цепочку безусловных рефлексов*, благодаря которым животные и человек приспосабливаются к той или иной среде.

Запечатление — свойство новорождённых животных в момент созревания анализаторов фиксировать в памяти образы своих родителей, место рождения, образы существ своего вида, на которые они впоследствии будут ориентироваться как на значимые объекты.

Так, у инкубаторских утят, после того как они вылупились из яйца и у них сформировался зрительный анализатор, возникает *рефлекс следования*. Они запечатлевают первый встретившийся им движущийся объект и следуют за ним, как за наседкой, по пятам. Это может быть человек, ботинки, спичечный коробок. Такое состояние продолжается довольно короткое время, всего 13—16 ч. Механизм запечатления (импринтинга) был открыт австрийским учёным, лауреатом Нобелевской премии Конрадом Лоренцем (1903—1989), основателем *этологии* — науки о поведении животных.

Возрастные периоды, в которых происходит запечатление, могут быть разными для различных анализаторов. Есть они и у млекопитающих животных, и у человека. Например, речью люди легко овладевают в младенческом возрасте. В более позднем возрасте изучение языка даётся им с гораздо большим трудом.

Приобретённые программы поведения. Окружающий мир очень сложен и разнообразен, в нём невозможно выжить, имея только врождённые программы поведения. Поэто-

му каждый живой организм в течение жизни приобретает свой собственный опыт. Этот опыт позволяет животному подкараулить жертву, уйти от преследования хищника, укрыться от непогоды, подыскать комфортное место для отдыха.

В повседневной жизни человек тоже постоянно учится, узнаёт что-то новое. В результате у него формируются *условные рефлексы*.

Между условными и безусловными рефлексами существуют чётко выраженные различия. Условные рефлексы не наследуются, являются индивидуальными, то есть формируются у каждого организма на основе его конкретного жизненного опыта. Поэтому условные рефлексы у всех людей разные, даже у близнецов. Причём при изменении внешних условий одни рефлексы могут исчезать, а другие возникать заново. Рефлекторные дуги этих рефлексов формируются в течение жизни, и большинство из них проходят через кору больших полушарий. Поэтому при повреждении коры уже существующие условные рефлексы нарушаются, а новые не формируются. Биологическое значение этих рефлексов заключается в том, что они обеспечивают приспособление организма к постоянно меняющимся условиям окружающей среды.

Все условные рефлексы образуются на базе безусловных, а их раздражителями могут стать любые сигналы, воспринимаемые органами чувств: звуковые, слуховые, тактильные, обонятельные и др.

Условные рефлексы могут образовываться только при выполнении определённых условий:

- необходимо неоднократное сочетание исходно незначимого стимула и врождённого рефлекса;
- незначимый стимул должен опережать начало врождённого рефлекса (если собаке сначала дать пищу, а потом зажечь лампочку, условный рефлекс не образуется);
- важно, чтобы центральная нервная система находилась в бодром, работоспособном состоянии;
- должны отсутствовать различные посторонние раздражители.

Более сложной формой индивидуального поведения является *рассудочная деятельность*.

К рассудочной деятельности можно отнести, например, способность животного строить своё поведение с учётом перемещения добычи. Если сделать экран с небольшим отверстием, поставить его перед животным, а за экраном перемещать приманку, то животное, обладающее более высоким уровнем высшей нервной деятельности, например ворона, бежит к месту, где кончается экран, и там поджидает добычу, а не пытается протиснуться в узкую щель, как курица.

Динамический стереотип — это объединение нескольких условных рефлексов в единую цепочку, которая подкрепляется лишь в конце, когда все условно-рефлекторные действия выполнены. После выработки динамического стереотипа в коре большого мозга образуется система последовательных условно-рефлекторных связей. У животных динамический стереотип формируется так: животному в одной и той же последовательности дают ряд условных сигналов, последовательно вызывающих ряд условных рефлексов, а подкрепление дают не после выполнения каждого условно-рефлекторного действия, а в конце всей цепочки. При выработке динамического стереотипа наступает момент, когда после первого сигнала животное выполняет все действия, не дожидаясь дополнительных стимулов.

Слово «стереотип» означает «постоянство». Однако это постоянство динамическое, поскольку оно возникает в процессе жизни и в процессе жизни может исчезнуть или измениться, если изменятся условия, лежащие в основе его формирования.

И. П. Павловым было показано, что поддержание динамического стереотипа связано с положительными эмоциями, а его разрушение — с отрицательными. Сформировавшийся динамический стереотип не всегда приносит пользу. Иногда он может стать препятствием для овладения новыми навыками, в преодолении вредных привычек.

Примером динамического стереотипа является наше письмо. Во время учёбы сначала вырабатывалась связь между звуком и соответствующей буквой, потом между

слогом и его графическим изображением, наконец между словами и их написанием. Заметим, что смысл слова становится ясным лишь после того, как написаны (или прочитаны) все буквы. Если в основе написания каждой буквы лежит условный рефлекс, то в основе написания слова лежит динамический стереотип, поскольку смысл слова (подкрепление) становится понятным, когда все буквы написаны. Но всё это было лишь тогда, когда мы учились читать, теперь нам достаточно прочесть начало слова или даже начало фразы, чтобы уловить смысл текста. Начальные стимулы приводят в движение всю цепочку.

Чтобы проследить, как формируется динамический стереотип, попробуем его переделать, выработать навык зеркального письма. Все элементы букв должны быть ориентированы в противоположную сторону: справа налево, как показано в образце (рис. 153).



Лабораторная работа

Выработка навыка зеркального письма как пример разрушения старого и образования нового динамического стереотипа

Условия работы. Опыт можно проводить одному, но лучше, если он проводится в присутствии других людей. Тогда более отчётливо проявляются эмоциональные компоненты, связанные с перестройкой динамического стереотипа.

Ход работы

Измерьте, сколько секунд потребуется, чтобы написать скорописью какое-либо слово, например «Психология». С правой стороны проставьте затраченное время.

Предложите испытуемому написать то же слово зеркальным шрифтом: справа налево. Писать надо так, чтобы все элементы букв были повёрнуты в противоположную сторону. Сделайте 10 попыток, около каждой из них с правой стороны проставьте время в секундах.

Оформление результатов

Постройте график. На оси X (абсциссе) отложите порядковый номер попытки, на оси Y (ординате) — время, которое испытуемый потратил на написание очередного слова.

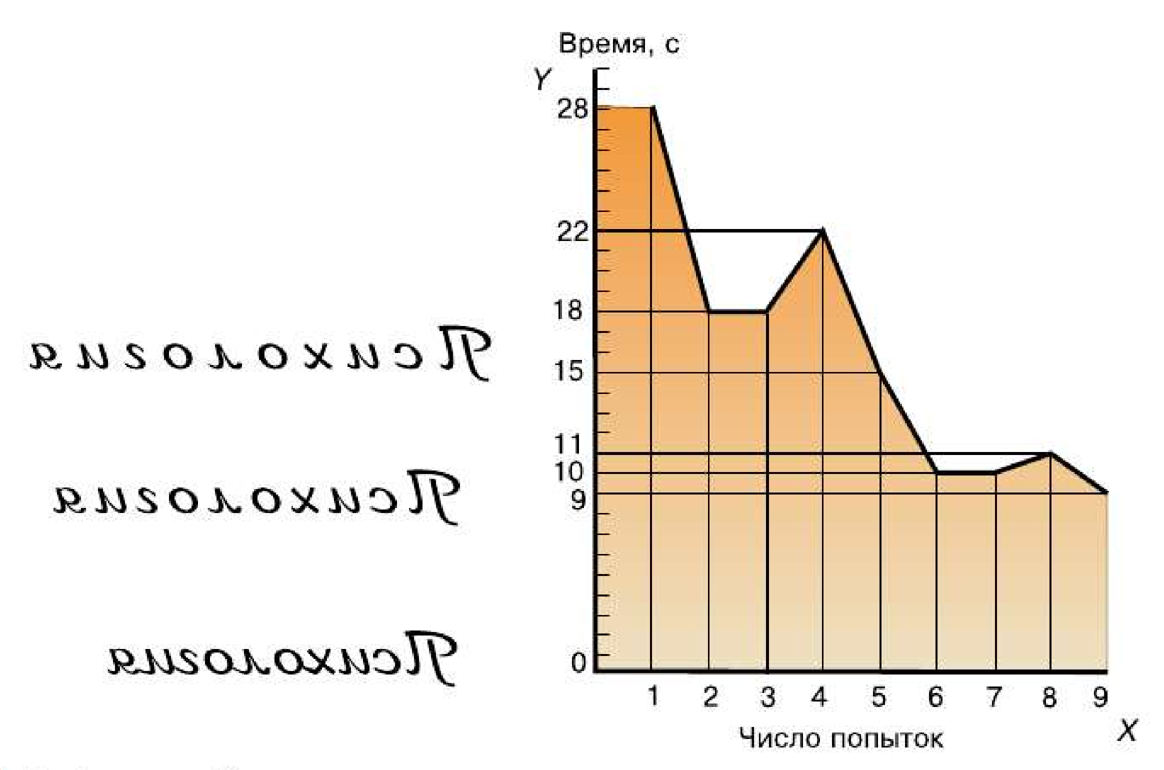


Рис. 153. График выработки навыка зеркального письма

Подсчитайте, сколько разрывов между буквами было при написании слова обычным способом, сколько разрывов стало при первой и последующих попытках написания слова справа налево.

Отметьте, в каких случаях возникают эмоциональные реакции: смех, жестикуляция, попытка бросить работу и др.

Назовите число букв, в которых встречаются элементы, написанные старым способом.

Проанализируйте полученный график. Встречаются ли моменты, где навык перестаёт вырабатываться, когда его результаты становятся хуже? Это случается всегда, когда образовавшаяся система связей исчерпывает себя и начинается новый поиск. Это случается несколько раз помимо нашего сознания и прекращается после того, как результаты станут стабильными, а динамический стереотип выработанным.

Объясните опыт, ответив на следующие вопросы

1. Какие факты говорят, что при разрушении динамического стереотипа происходит распад общей деятельности на отдельные элементы, например слово, написанное ранее одним росчерком, выписывается теперь по буквам?
2. Делаются ли при формировании нового динамического стереотипа попытки соединять буквы без дополнительной инструкции?

Нужны ли эти инструкции для овладения приёмами рационального письма?

3. В чём выражалась «борьба» между стереотипами — вновь создаваемым и старым, хорошо закреплённым? Об этом можно судить по наличию элементов букв, написанных по-старому.

ВРОЖДЁННЫЕ ПРОГРАММЫ ПОВЕДЕНИЯ: БЕЗУСЛОВНЫЕ РЕФЛЕКСЫ, ИНСТИНКТЫ; ЗАПЕЧАТЛЕНИЕ (ИМПРИНТИНГ), ЭТОЛОГИЯ, ПРИОБРЕТЁННЫЕ ПРОГРАММЫ ПОВЕДЕНИЯ: УСЛОВНЫЙ РЕФЛЕКС, РАССУДОЧНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ, ДИНАМИЧЕСКИЙ СТЕРЕОТИП, ПОЛОЖИТЕЛЬНЫЕ И ОТРИЦАТЕЛЬНЫЕ ЭМОЦИИ, НАВЫКИ, ПРИВЫЧКИ.

Вопросы

1. Какие формы поведения могут быть отнесены к врождённым, а какие — к приобретённым?
2. Какие безусловные рефлексы человек унаследовал от обезьяноподобных предков?
3. Что такое инстинкт?
4. Почему утята, выведенные курицей, следуют за ней, как и цыплята? Каков механизм этого явления?
5. Объясните, почему условные рефлексы получили такое название.

Задания

1. Примером динамического стереотипа может быть письмо и чтение. Нередко мы пишем под диктовку, пропуская звуки, которые слышатся, но не пишутся, либо проставляя те, что не слышатся, но пишутся. Вспомните, как вырабатывался у нас этот динамический стереотип.
2. Обобщите изученный материал о безусловных и условных рефлексах. Выберите критерии сравнения. Составьте и заполните таблицу «Сравнительная характеристика безусловных и условных рефлексов».
3. Используя дополнительную литературу и ресурсы Интернета, подготовьте сообщение или презентацию о работе австрийского учёного Конрада Лоренца.
4. Опираясь на знания, полученные из предыдущих курсов биологии, предположите, для представителей каких групп животных условные рефлексы имеют наибольшее значение.

§ 55. Сон и сновидения

1. **Только ли во сне отдыхает мозг?**
2. **Почему бодрствование сменяется сном?**
3. **В чём отличие между быстрым и медленным сном?**
4. **Какое значение имеют сновидения?**
5. **Отличаются ли сновидения здорового и больного человека?**



Сон. Раньше полагали, что *сон* — это торможение основных отделов коры больших полушарий, благодаря которому происходит отдых нейронов и восстановление их работоспособности. Исследования последних лет показали, что сон — не только отдых мозга, но и активная перестройка его работы, необходимая для упорядочивания полученной в период бодрствования информации.

Биологический ритм сна и бодрствования связан со сменой дня и ночи. Он является таким же естественным состоянием человека, как периодически наступающие голод, жажда и другие потребности. Невозможно выспаться впрок, так же как и наесться или утолить жажду на длительное время. Бодрствование и сон должны сменять друг друга, а потому излишне продолжительный сон для здорового человека может оказаться вредным.

Исследования спящих людей с помощью электрофизиологических методик показали, что сон человека неоднороден. Он состоит из циклов, повторяющихся с периодом 60—90 мин. Каждый цикл включает две фазы (стадии): *медленноволновой* (медленный) сон и *быстроволновой* (быстрый) сон. Сразу после засыпания развивается медленный сон. На электроэнцефалограмме (ЭЭГ) спящего человека в это время видны редкие волны большой амплитуды (рис. 154). При этом происходит торможение большинства отделов центральной нервной системы, снижается активность органов, дыхание становится редким, частота сердцебиения и давление снижаются, кожа розовеет. Спустя 1—1,5 ч фаза медленного сна на 10—20 мин сменяется фазой быстрого сна. На ЭЭГ появляются быстрые низкоамплитудные волны, похожие на те, которые регистрируются у человека в период бодр-

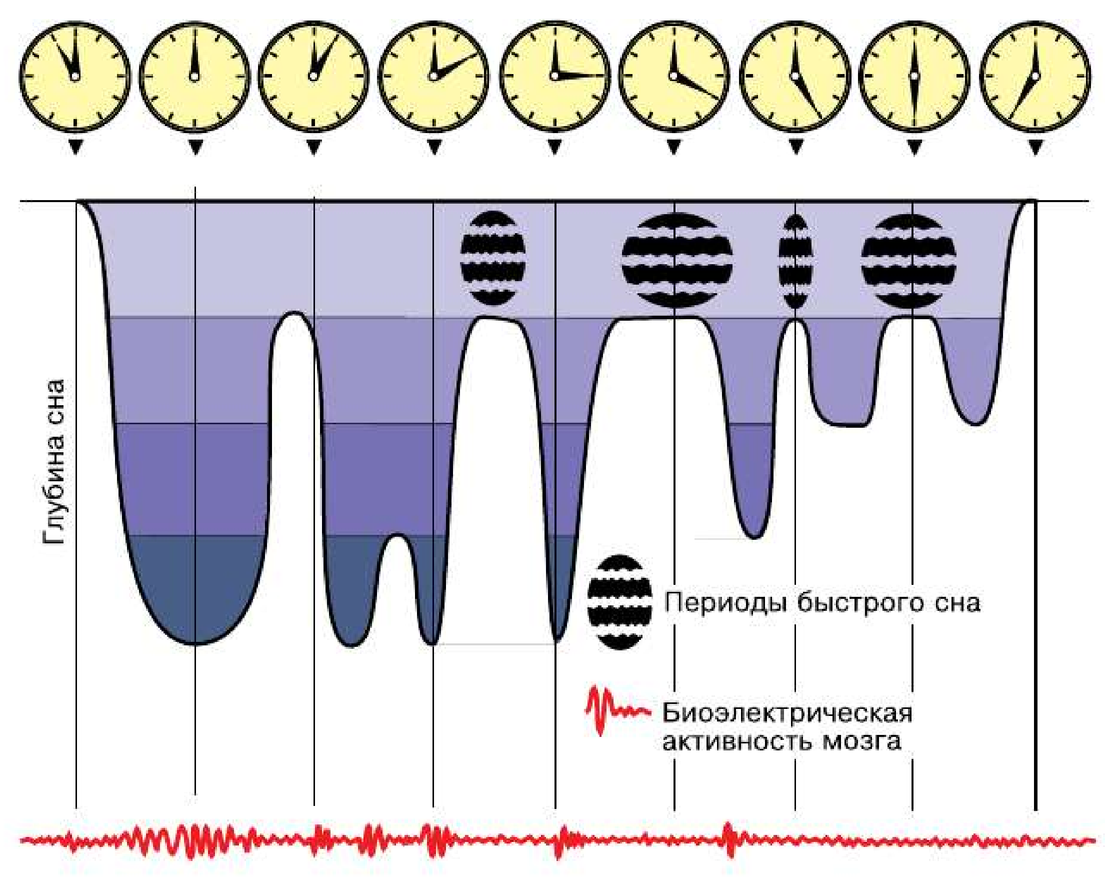


Рис. 154. Периоды сна человека в течение ночи

ствования (см. рис. 154). Дыхание становится нерегулярным, возрастает давление и частота сердцебиения, сокращается мимическая мускулатура, двигаются пальцы рук. Именно в этот период человек видит сны. Фазу быстрого сна по-другому называют парадоксальным сном или фазой быстрых движений глаз. Во время этой стадии видно, как у спящего под сомкнутыми веками быстро и хаотично движутся глазные яблоки.

После завершения быстрого сна вновь начинается медленный. К утру продолжительность быстрого сна возрастает. Предполагают, что во время быстрого сна мозг обрабатывает новую информацию, накопленную за период бодрствования. Возможно, именно эта обработка и является главной причиной сновидений.

Сновидения. О значении сновидений до сих пор ведутся оживлённые споры. Ряд исследователей считают их средством психической защиты. Если человек здоров, ему

снятся сны, в которых он с успехом выходит из всевозможных ситуаций. Если человек наяву потерпел какую-то неудачу, например не смог найти подходящий ответ на обидную реплику, то во сне этот ответ бывает найден.

В случае заболевания, например невроза, человек видит тревожные, устрашающие сны. По мере выздоровления сны становятся более спокойными и благоприятными.

Нарушения сна и их профилактика. Продолжительность сна зависит от возраста. Подросткам 12—16 лет надо спать 8—9 ч. Взрослые обычно спят около 7—8 ч в сутки. Если человек мало двигается, не занимается физическим трудом, у него может развиться *бессонница*. Ночная работа, вечерние развлечения, длительное сидение за компьютером перед сном, волнения и другие причины могут привести к нарушению сна. К серьёзным расстройствам сна приводят курение и употребление спиртных напитков. Часто бессонница является проявлением того или иного заболевания. Поэтому для восстановления нормального сна прежде всего надо выяснить причину бессонницы.

Лучшее средство от бессонницы — это правильный режим труда и отдыха, прогулки на свежем воздухе, регулярная физическая работа. Наиболее интенсивную работу следует выполнять в утренние и дневные часы, не откладывать её на вечер, а тем более не выполнять её перед сном. Ложиться спать надо всегда примерно в одно и то же время. Причём последний приём пищи должен быть не менее чем за 2 ч до сна. В вечерние часы не следует употреблять такие продукты, как кофе, чай, кола, тонизирующие напитки, шоколад и некоторые другие. Желательно спать в темноте и тишине при закрытых шторах, поскольку в темноте активнее вырабатывается гормон, регулирующий суточные ритмы и способствующий засыпанию.

Спать надо обязательно в хорошо проветренной комнате, лучше при открытой форточке. Одеяло должно быть лёгким и достаточно тёплым, вредно спать на слишком мягком матрасе и высокой подушке.



БИОЛОГИЧЕСКИЕ РИТМЫ, СОН И БОДРСТВОВАНИЕ, МЕДЛЕННЫЙ СОН, БЫСТРЫЙ СОН, СНОВИДЕНИЯ.

Вопросы

1. Какое отношение к природным биоритмам имеет смена сна и бодрствования?
2. Что происходит во время сна?
3. Чем быстрый сон отличается от медленного?
4. Как вы считаете, почему фазу быстрого сна по-другому называют парадоксальной?
5. Каково значение сновидений?
6. Существует ли взаимосвязь между продолжительностью сна и самочувствием человека? Можно ли назвать эту зависимость прямой или обратной? Объясните свою точку зрения.

Задания

1. Известно, что стадия быстрого сна у взрослых гораздо короче, чем у детей. Предложите своё объяснение этого факта.
2. Используя дополнительную литературу и ресурсы Интернета, приготовьте сообщение или презентацию на тему «Патологический сон, летаргия, сомнамбулизм».

§ 56. Особенности высшей нервной деятельности человека. Речь и сознание. Познавательные процессы

1. **В чём сходство и различие потребностей человека и животных?**
2. **Какие функции выполняет внешняя и внутренняя речь?**
3. **Что относится к познавательным процессам?**
4. **Как можно улучшить наблюдательность, память и воображение?**

Потребности людей и животных. У человека, как и у животных, есть потребности, закреплённые генетически: в пище, воде, комфортной температуре, в общении. Такие потребности называют *базовыми*, потому что без их удовлетворения человек не может существовать физически.

Врождённые безусловные рефлексы и выработанные на их базе условные рефлексы позволяют человеку удовлетворять свои потребности.

Наряду с базовыми формируются и *вторичные* потребности, например в предметах пользования, созданных обществом в процессе трудовой деятельности.

С самого раннего возраста потребности ребёнка развиваются и становятся всё более разнообразными. Зависит это от уровня развития общества и материального достатка семьи, моды на те или иные предметы потребления. Наряду с материальными потребностями развиваются и духовные потребности в искусстве, чтении, творческой деятельности. Они являются важным стимулом в развитии личности.

Роль речи в познании и труде. Познавательные способности человека значительно выше, чем таковые у животных. Животные в своём поведении ориентируются только на натуральные объекты. Люди же используют словесные символы, заменяющие эти природные объекты и дающие возможность сначала разработать сценарий предполагаемых действий, а уж потом действовать.



Речь состоит из *слов*. Каждое слово имеет свой *смысл*, то есть связано с определённым предметом, действием или состоянием. Одни слова обозначают предметы, другие — их качества, третьи — обстоятельства, четвёртые — действия. Но *язык* — это не просто набор слов. Существуют определённые грамматические правила, которые связывают отдельные слова во *фразы*. И именно фраза даёт нам возможность рассказать о событиях, происходящих с нами и вокруг нас. Реагировать на слова-команды могут и животные, но создавать и осознавать новые связи с помощью слов свойственно лишь человеку, усвоившему лексику и грамматику языка.

Не следует забывать, что слова — всего лишь символы, что суждения, высказанные с помощью слов, могут быть и верными, и ошибочными. Проверка правильности утверждения осуществляется практикой, личным и общественным опытом.

В жизни человек сталкивается с большим количеством задач, и в его памяти накапливаются способы их ре-

шения. Однако не всё, что запомнил человек, может им осознаваться. Способность решать задачи с помощью подсознательного опыта называют *интуицией*. При этом человек может поступать правильно, но объяснить, почему он поступил так, а не иначе, не может.

Роль речи в развитии высших психических функций. Поведением маленького ребёнка обычно управляют взрослые. Они показывают ему необходимые действия и называют их. Постепенно наступает момент, когда ребёнок сам в состоянии выполнить словесную инструкцию. В дальнейшем ребёнок сам начинает проговаривать те действия, которые он собирается предпринять, как бы давая инструкцию себе самому. Это особенно отчётливо проявляется во время игры. Словесные реплики-команды в дальнейшем переходят во внутреннюю речь. Инструкции уже не будут такими длинными, но будут вполне достаточными, чтобы организовывать осознанное поведение.

Таким образом, речь становится не только средством общения, но и средством организации своего собственного поведения.

Познавательные процессы. Развитие речи становится ключевым моментом в формировании личности. Она открывает неограниченные возможности для освоения опыта предшествующих поколений.

К *познавательным процессам* относят ощущения, восприятие, память, воображение и мышление, а также представления памяти и воображения. Ощущения и частично восприятия мы рассмотрели ранее, когда знакомились с функциями головного мозга (§ 46) и анализаторами (§ 48).

Ощущения и восприятия. *Ощущением* называют отражение отдельных свойств предмета. *Восприятием* называют отражение предмета в целом. И ощущения и восприятия осуществляются только тогда, когда предметы воздействуют на наши органы чувств. «Твёрдое», «холодное», «красное», «кислое» — это ощущения. «Яблоко» — это восприятие, потому что в нём синтезирован целый ряд свойств, позволяющих нам определить этот предмет в це-

лом. Каждое восприятие или ощущение имеет словесный эквивалент, что позволяет, с одной стороны, руководить восприятием, а с другой — описывать то, что мы восприняли, и передавать эту информацию другим людям.

Предметы и явления, которые становятся центром нашего внимания, называют *объектами восприятия*, всё прочее называют *фоном*.

Когда мы рассматривали на рисунке 148, Б двойственное изображение (вазу и два профиля), то в зависимости от того, что мы считали объектом восприятия, а что — фоном, мы видели то одно изображение, то другое (то профили, то вазу). Содержание восприятия будет тоже меняться: если принять на рисунке 148, В две полоски на голове за клюв, можно увидеть утку, но если принять эти полоски за уши, то получается кролик.

Понятия «объект восприятия» и «фон» нужны для многих практических целей. Если мы хотим замаскировать человека или какой-либо предмет, мы должны сделать так, чтобы фон и объект восприятия различались мало.

У рекламы совершенно иные требования. Объект восприятия должен быть максимально броским, привлекающим к себе внимание, а фон должен подчёркивать объект и контрастировать с ним.

Наблюдение — это целенаправленное восприятие, где строго определено, что надо постараться увидеть и в каком порядке, какие измерения надо проводить и в какое время. Одна и та же ситуация разными людьми может быть воспринята и описана по-разному. Одно дело, когда человек точно описывает факты, и совсем другое — когда он осмысливает их и выражает свои эмоции по их поводу. И сами факты, и осмысливание их имеют самостоятельную ценность, поэтому подменять одно другим нельзя.

Нередко люди описывают не столько факты и события, свидетелями которых они были, сколько свои переживания по поводу этих событий. Например, что можно понять из такого высказывания мамы по поводу болезни сына: «Ох, я всю ночь не могла заснуть, потому что меня будил его кашель... Я вся испереживалась, голова моя раскалывается, меня чуть удар не хватил, когда я при-

коснулась к его лбу». Понять из этого рассказа, когда начался кашель, какая была температура и в какое время её измеряли, невозможно.

Представление памяти и воображения. Известно, что ощущение и восприятие прекращаются после того, как предметы, звуки и другие раздражители перестают действовать на наши органы чувств непосредственно. Но они продолжаются в виде *представлений*. *Представление памяти* — это следы прежних ощущений и восприятий. Они неотчётливы, фрагментарны. В памяти как бы всплывает то одна, то другая деталь предмета или обстановки. Представления неточны. Они могут дополняться деталями, которых на самом деле не было, между тем как другие детали, может быть более важные, оказываются забытыми.

Представлять себе мы можем и объекты, и даже целые сцены, которых никогда не было. Эти представления называются *представлениями воображения*. Без них не может обойтись ни писатель, ни художник, ни учёный, ни строитель, поскольку с воображения начинается творчество. Именно творческое воображение позволяет человеку изобретать вещи, которых не было до него, а затем воплощать их в материале.

Память. Если образы окружающих нас предметов, оставшиеся в виде представлений, фрагментарны и неточны, то память — явление значительно более устойчивое, так как опирается на речь. Сложно представить зрительно образ человека. Гораздо легче ответить, какого цвета его волосы, какой формы нос, какой у него тембр голоса и т. д.

Память — довольно сложный процесс. Он состоит из запоминания информации, её хранения и воспроизведения.



Различают память *логическую* и *механическую*. Механическая память основана на повторении: материал повторяют до полного его запоминания. При использовании логической памяти человек пытается представить взаимосвязь между описываемыми событиями или явлениями. И тогда удаётся не только воспроизвести текст, но и порядок, в котором была изложена информация.

Например, телефон 345-16-25 можно просто заучить, но можно запомнить его так: 345-4^2-5^2. Если запомнить три последовательные цифры 3, 4, 5, то воспроизвести остальные не составит труда. В первом случае мы использовали механическую память, во втором — логическую.

При запоминании важна установка на его *длительность*. Дело в том, что кратковременная и долгосрочная память имеют разные механизмы. Большинство современных учёных считают, что в первом случае в системе цепей нейронов образуются непрерывно циркулирующие потоки нервных импульсов, а во втором — вырабатываются химические вещества, направляющие возбуждение по нужным каналам связи. Кратковременную память называют *оперативной*, так как она действует только на время проводимой операции. Вам сообщили номер, по которому надо звонить. Вы его помнили, когда набирали. Но после того, как вы услышали сигнал «занято» и попытались набрать номер снова, выяснилось, что вы его забыли. Кончилась операция набора номера — кончился и срок памяти.

При заучивании важно знать, какой анализатор лучше воспринимает информацию. У одних хорошо развита зрительная память, у других — слуховая, у третьих — моторная: они легче запоминают текст, который записали (или законспектировали) сами. Для четвёртых выгоднее заучивать вслух, чтобы в работе участвовала и слуховая и моторная память.

Воображение. Образы воображения закрепляются с помощью речи и могут передаваться другим людям в виде художественных образов или научных предположений, которые потом будут проанализированы логическим мышлением и использованы в построении замыслов при создании новых вещей.

Различают активное и пассивное воображение. *Активное воображение* позволяет человеку до начала его работы представить себе то, что получится в результате. Эти образы позволяют довести изделие до необходимого уровня, будь то самоделка в руках ребёнка или космический корабль в чертежах генерального конструктора.

От активного воображения следует отличать *пассивное воображение*, которое подменяет собой активные действия.

Если перечитать роман И. А. Гончарова «Обломов», то нетрудно заметить, что более половины романа посвящено грёзам главного героя. Он мнит себя то великим полководцем, то великим артистом, то совершает множество благороднейших поступков, но всё это не сходя со своего дивана. По существу, эти мечтания — уход от реальной жизни.

Мышление — это обобщённое и опосредованное познание действительности. Современные люди не жили во времена первых кроманьонцев. Мы не слышали и не могли слышать их речь. Тем не менее мы утверждаем, что они умели разговаривать. Почему? Потому что кроманьонцы имели подбородочный выступ, к которому прикреплялись мышцы, участвующие в членораздельной речи. Потому что их левое полушарие, судя по отпечаткам мозга на костях черепа, было несколько больше правого. Знание общих закономерностей позволяет по одним данным находить другие (ранее неизвестные). В этом суть *опосредованного познания*. В нашем примере по строению черепа была определена степень развития речи у людей доисторического периода.

Конкретное мышление существует и у высших животных, а вот абстрактное мышление — сугубо человеческая особенность. Абстрактное мышление — это умение переводить информацию о реальных объектах в символы, минипулировать с этими символами, находить какое-то решение и это решение опять применять к объектам.

Если ощущение отражает отдельные свойства предмета, а восприятие — предмет в целом, то абстрактное мышление схватывает то общее, что имеется у нескольких сходных предметов. В результате этого формируется *обобщённое* понятие. Оно характеризует наиболее важные признаки группы предметов и выражается словесным определением. Так, понятие «дерево» включает много видов древесных растений, отличающихся от кустарников или трав.

Понятия бывают конкретные: «берёза», «осина», «сосна», но бывают и обобщённые, например «лес», «растительность Земли».

Совокупность индивидуальных особенностей мышления человека называют *умом*. Самостоятельность, критичность, гибкость, творческая инициатива, избирательность — основные качества ума.

Большую ценность представляет *самостоятельность мышления*. Вместе с речью ребёнок усваивает не только слова и грамматику, но и логические правила мышления. Только овладев инструментом мышления — логикой, человек получает возможность делать правильные выводы и не ошибаться в них.

Любое суждение и умозаключение могут быть либо правильными, либо ошибочными. Умение проверить их и отстоять истину связано с *критичностью* мышления. Умение критически подойти к своим выводам — важное качество ума.

Наиболее существенный недостаток мышления связан с его консерватизмом, когда человек замыкается в кругу привычных решений и не может перейти к принципиально иным идеям. Поясним это небольшим примером. Если предложить человеку из шести спичек построить четыре треугольника, он, как правило, пытается решить эту задачу на плоскости, что невозможно. Между тем решить эту задачу в пространстве не представляет труда: достаточно построить трёхгранную пирамиду. При этом один треугольник будет лежать в основании, а три треугольника станут стенками пирамиды.

Мышление всегда сосуществует с воображением. Там, где недостаточно данных для того, чтобы сделать правильный вывод, включается воображение. Оно предлагает возможную схему решения, которое потом проверяется логическим мышлением, а затем практикой.

БАЗОВЫЕ И ВТОРИЧНЫЕ ПОТРЕБНОСТИ, СОЗНАНИЕ, ИНТУИЦИЯ; РЕЧЬ: ВНЕШНЯЯ, ВНУТРЕННЯЯ; ПОЗНАВАТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ: ОЩУЩЕНИЕ, ВОСПРИЯТИЕ, ПАМЯТЬ, ВООБРАЖЕНИЕ, МЫШЛЕНИЕ, ОБЪЕКТ, ФОН, НАБЛЮДЕНИЕ, ПРЕДСТАВЛЕНИЯ, УМ.

Вопросы

1. Чем различаются потребности человека и животных? Базовые потребности каких животных наиболее близки к базовым потребностям человека? Приведите примеры, доказывающие вашу точку зрения.
2. Приведите примеры базовых и вторичных потребностей человека.
3. Какие факторы влияют на формирование потребностей? Подумайте и обсудите в классе, могут ли некие внешние факторы повлиять на формирование базовых потребностей.
4. Какова роль речи в организации трудовой деятельности?
5. Объясните, как происходит формирование внутренней речи. Какую функцию она выполняет?
6. Какие психические процессы относят к познавательным?
7. Что мы относим к объекту восприятия, а что — к фону?
8. Какие трудности бывают при воспроизведении информационного материала?
9. Каково значение речи при запоминании и воспроизведении?
10. Чем краткосрочная память отличается от долговременной?
11. Что такое воображение?
12. Сравните активное и пассивное воображение. В чём разница между ними?
13. Как мышление связано с речью? Приведите примеры.
14. Каковы качества ума?

Задания

1. Придумайте и нарисуйте рекламу некоего магазина или организации. Обменяйтесь с соседом по парте созданными рекламными листками. Определите, рекламу какой организации создал ваш одноклассник. Объясните, почему вы сделали такой вывод.
2. По описанию свидетеля определите тип его восприятия: «Дорожное происшествие произошло в 18 ч 30 мин. Рейсовый автобус выезжал из переулка, когда чёрная «Волга» не смогла справиться с управлением и ударила автобус в левое крыло».
3. Объясните разницу в понятиях «представление памяти» и «представление воображения».
4. Проанализируйте текст параграфа. Выпишите из него примеры обобщённых и конкретных понятий. Обменяйтесь полученными результатами с одноклассниками, оцените правильность выполненной работы и обоснуйте свои замечания.

§ 57. Воля, эмоции, внимание

1. **Из каких этапов складывается волевой акт?**
2. **Почему эмоциональные реакции одинаковы у всех людей?**
3. **Как люди переживают эмоциональные состояния: настроение, аффект, стресс, депрессию? Что такое эмоциональные отношения?**
4. **Какими свойствами обладает внимание?**
5. **Как заставить себя быть внимательным?**

Волевые действия. Под *волей* обычно понимают сознательную саморегуляцию поведения человека, обеспечивающую преодоление трудностей на пути к достижению цели. *Волевое действие* выполняет две функции: *побудительную*, заставляющую бороться с препятствиями, преодолевать их, и *тормозную*, способную удерживать себя от нежелательных поступков.

Деятельность человека или животного побуждается потребностями. Нередко бывает, что в одно и то же время человек испытывает несколько разных желаний.

Первый этап волевого акта начинается с выбора цели. Часто сталкиваются сиюминутное желание, подкреплённое приятной перспективой, и дело, которое необходимо сделать, но которое не доставляет никакого удовольствия. Правильный выбор далеко не всем и не всегда даётся легко. Он является результатом борьбы мотивов (побуждений).

Следующим этапом волевой деятельности является выбор средств для достижения цели. Человек продумывает разные варианты действия и останавливается на том, который кажется ему лучшим. И выбор цели, и выбор способа её достижения являются мыслительным процессом, в котором обдумываются результаты действия, как конечные, так и промежуточные. Обычно это происходит раньше выполнения самого действия. И когда оно начинает претворяться в жизнь, человек непрерывно сверяет полученные результаты со своим замыслом. В зависимости от совпадения или несовпадения промежуточных и конечных результатов с тем, что задумано, человек прекращает свою работу или перестраивает её.

Таким образом, процессы волевого действия являются в значительной степени результатом мыслительных действий, которые предваряют мышечную деятельность и контролируют её.

Внушаемость и негативизм. Волевой человек взвешивает предложение. Он соглашается, если оно соответствует его намерениям, или отвергает, если оно для него не подходит. Волевой человек никогда не действует автоматически.

Люди, которые не отличаются самостоятельностью, поступают иначе. Они либо пассивно следуют за лидером, либо действуют наперекор ему. В первом случае можно говорить о *внушаемости*, во втором — о *негативизме*. И то и другое состояние является признаком недостаточно развитой воли. И в первом, и во втором случае выбор цели и выбор способа действия отсутствуют. Действия навязаны со стороны, они не осмыслены, импульсивны и отличаются только по знаку.

Эмоции. В головном мозге существуют центры, возбуждение которых приводит к удовольствию или к страданию. Благодаря работе этих центров человек и животные оценивают полученную информацию с точки зрения важности её для организма: пользу или вред она предопределяет? Например, радость и удовольствие от удачно проведённого дела закрепляют в памяти действия и стимулируют применение их в дальнейшем.

Эмоциональные реакции. Плач, смех, проявления удовольствия, страха, печали и других чувств у всех людей сходны. Это *эмоциональные реакции*, которые присущи всем людям, потому что они имеют безусловно-рефлекторную природу. Эмоциональные реакции не всегда соответствуют знаку эмоции. Плакать можно от горя, но могут быть и слёзы радости.

Эмоциональные состояния. От эмоциональных реакций надо отличать *эмоциональные состояния*. У людей может быть хорошее или плохое *настроение*. Они могут переживать радость или печаль, столкнувшись с тем или иным событием в быту или на работе, читая книгу, просматривая фильм или театральную постановку, слушая музыку или наблюдая спортивное состязание.

Иногда человек может находиться в состоянии бурной эмоциональной вспышки и потерять над собой волевой контроль — это состояние *аффекта*. Именно в таком состоянии царь Иван Грозный убил своего сына. Остекленевшие глаза царя, показанные на картине Ильи Ефимовича Репина «Иван Грозный и сын его Иван», кажутся безумными и отрешёнными.

Аффект обычно длится недолго. Когда он заканчивается, человек испытывает горькое сожаление по поводу содеянного. Состояние аффекта может проявляться в паническом бегстве, приступе агрессии, в оцепенении, близком к обмороку. Сознание в это время утрачивает ясность и сосредоточено только на выполняемом действии, а не на его последствиях. В момент аффекта проявляются основные свойства доминанты (см. § 53), и любое дополнительное воздействие может привести к усилению этого состояния.

Стресс. В любой работе могут быть ситуации, когда требуется затратить значительно больше сил, чем обычно. Получение нового, трудного задания нередко заставляет нас переходить на более высокий рабочий ритм. Это ведёт к напряжению сил организма. Такое напряжение канадский учёный Ганс Селье назвал *стрессом*.

Эмоциональные переживания развиваются ещё до начала работы и связаны с оценкой задачи и необходимых для её решения усилий. Обычно это состояние тревоги в сочетании с переживаниями неуверенности в успешном решении задачи.

Когда человек включается в работу, состояние тревоги проходит. Если работа идёт успешно, переживание уверенности в своих силах нарастает, доходя иногда до степени азарта. Обычно в этот период работа идёт наиболее эффективно. Однако если её приходится выполнять слишком долго, наступает утомление, которое сопровождается ухудшением самочувствия. Длительное перенапряжение может привести к неврозу, гипертонии и другим заболеваниям.

Эмоциональные отношения. Наряду с эмоциональными реакциями и состояниями существуют *эмоциональные отношения*. Их обычно называют *чувствами*. Эмоцио-

нальные отношения всегда направлены на определённое лицо, объект или процесс. Любовь, дружба, вражда, ревность, зависть — всё это примеры эмоциональных отношений. Обычно они объединяют различные эмоции: например, любя своего ребёнка, родители и радуются его успехам, и огорчаются его неудачам, и порицают его за неправильные поступки, и одобряют его хорошее поведение.

Чувства не всегда постоянны. Они появляются, достигают своего апогея, а затем могут ослабеть или угаснуть совсем. Это зависит и от обстоятельств, и от темперамента человека. У одних людей чувства более устойчивы и глубоки, у других они быстро сменяются.

Внимание. Направленность и сосредоточенность сознания на том или ином виде деятельности, объекте или событии называют *вниманием*.

В центре внимания могут оказаться не только внешние события, но и внутренние переживания: воспоминания, размышления, обдумывание тех или иных поступков, пути решения возникших проблем.

При очень напряжённом внимании изменяется даже облик человека. У него возникают движения приспособительного характера: он прислушивается, всматривается, стараясь максимально получить необходимые для него сведения.

Физиологические основы внимания. Наиболее элементарной формой внимания является *ориентировочный рефлекс*. Он включается каждый раз, когда происходит рассогласование между тем, что ожидалось, и тем, что произошло в действительности. Чем неожиданнее, ярче и значимее будет новый раздражитель, тем больше шансов у него оказаться в центре нашего внимания.

Эмоционально значимые вещи и события сильнее привлекают внимание, чем неинтересные и однообразные.

Непроизвольное и произвольное внимание. *Непроизвольное внимание* возникает помимо воли человека. Любой внешний раздражитель, если он новый и вызывает ориентировочный рефлекс, становится причиной непроизвольного внимания. То же происходит при восприятии интересного или эмоционально значимого события.

Мы можем долго, не отвлекаясь и не делая над собой усилий, читать интересный роман, смотреть кинофильм или спектакль.

Произвольное внимание проявляется при осуществлении сознательных намерений человека и требует от него приложения волевых усилий. Человеку необходимо заставить себя выполнять неинтересную, но необходимую работу. В процессах произвольного внимания принимают участие лобные отделы коры больших полушарий. Они управляют активирующими системами мозга так, чтобы активация направлялась в нужное место и в соответствующий момент времени.

Основные свойства внимания. Внимание может быть *устойчивым* и *колеблющимся*. Если смотреть на неподвижный предмет без всякой цели, то уже через несколько секунд мы отвлечёмся от него, потому что отсутствие перемен приводит к торможению воспринимающих участков мозга. Устойчивость внимания при подвижных, изменяющихся объектах значительно выше. Повышает устойчивость внимания и активная работа с предметом, даже неподвижным, когда человек рассматривает его по определённой программе, направляя своё внимание сначала на одни детали, потом на другие.

Рассеянность. Невнимательность человека называют *рассеянностью*. Она может происходить по двум причинам. Во-первых, из-за слабости произвольного внимания. Любое внешнее событие вызывает непроизвольное внимание и отвлекает от основной деятельности. Во-вторых, рассеянность может быть вызвана излишне концентрированным вниманием, когда всё оно направлено на решение основной задачи, а любые посторонние события просто не замечаются. Причина этого недостатка — в слабой способности распределять и переключать внимание.

Воспитание внимания. Чтобы быть внимательным, следует прежде всего знать недостатки своего внимания. Если рассеянность вызвана слабостью произвольного внимания, то необходимо тренировать именно его. Для этого выбирают упражнения, требующие длительного напряжения внимания, например выбор пути в лабиринте, прослеживание линии среди других, которые её маскируют.

Для выработки умения переключать своё внимание можно порекомендовать поиск разбросанных цифр, где приходится по мере нахождения одной цифры переходить к следующей. Но главное в воспитании внимания — умение активно работать с объектом, ставить перед собой ряд задач и последовательно добиваться их решения.

ВОЛЕВОЕ ДЕЙСТВИЕ: БОРЬБА МОТИВОВ, ВЫБОР ЦЕЛИ, СПОСОБА ДЕЙСТВИЯ, САМО ДЕЙСТВИЕ, ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ; ВНУШАЕМОСТЬ, НЕГАТИВИЗМ; ЭМОЦИОНАЛЬНЫЕ РЕАКЦИИ, ЭМОЦИОНАЛЬНЫЕ СОСТОЯНИЯ: АФФЕКТ, СТРЕСС; ЭМОЦИОНАЛЬНЫЕ ОТНОШЕНИЯ; ВНИМАНИЕ: НЕПРОИЗВОЛЬНОЕ И ПРОИЗВОЛЬНОЕ, УСТОЙЧИВОЕ И КОЛЕБЛЮЩЕЕСЯ, РАССЕЯННОСТЬ.

Вопросы

1. Что такое волевые действия?
2. Приведите примеры ситуаций, когда воля выполняет побудительную функцию, а когда — тормозную.
3. Какое значение имеют внушаемость и негативизм?
4. Расскажите, какое значение в жизни человека имеют эмоции. Приведите примеры из собственного опыта или из литературных произведений.
5. Приведите примеры аффектов и тех свойств доминанты, которыми они обладают.
6. Что такое стресс?
7. Что такое внимание?
8. Почему ориентировочные рефлексы связывают с вниманием?
9. Каковы физиологические основы внимания?

Задания

1. Охарактеризуйте основные виды внимания. Приведите примеры внимания разных видов из собственного опыта.
2. Герой гоголевской повести «Шинель» Акакий Акакиевич так был влюблён в своё дело, что даже на досуге видел перед собой ровные строчки и любимые буквы. Он отличался большой рассеянностью. Объясните, какова её причина.
3. Создатель теории стресса Ганс Селье говорил, что «стресс — это не то, что с вами случилось, а то, как вы это воспринимаете». Как вы понимаете эту фразу? Обсудите её с родителями. Какова их точка зрения?

 ***Лабораторная работа***

Измерение числа колебаний образа усечённой пирамиды (рис. 155) в различных условиях

Оборудование: секундомер или часы с секундной стрелкой.

Предварительные пояснения. Попытайтесь представить усечённую пирамиду (см. рис. 155), обращённую усечённым концом к вам и от вас. Когда оба образа будут сформированы, они станут сменять друг друга: пирамида будет казаться то обращённой к вам, то от вас. При каждом изменении образа надо заносить в тетрадь штриховую черту, не глядя в неё. Отрывать глаза от рисунка нельзя! По числу колебаний этих образов можно судить об устойчивости внимания. Обычно измеряют число колебаний внимания в минуту. Для экономии времени можно измерить число колебаний за 30 с и результат удвоить. Перед проведением опыта подготовьте таблицу.

Измерение колебаний внимания при разных условиях

Колебания внимания	Время	
	30 с	**1 мин**
Непроизвольное внимание (без установки) Произвольное внимание (с установкой сохранять создавшийся образ) Произвольное внимание при активной работе с объектом		

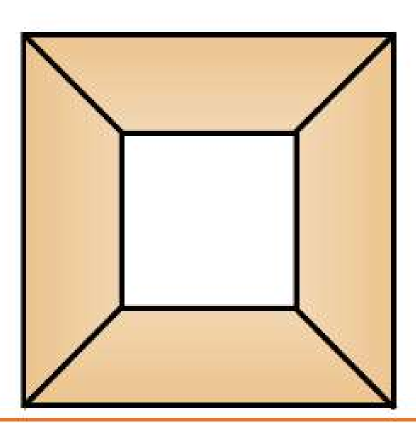


Рис. 155. Усечённая пирамида

Ход работы

I. **Определение устойчивости непроизвольного внимания.**
Смотрите на рисунок, не отрываясь от него в течение 30 с. При каждом изменении образа делайте штрих в тетради. Число колебаний внимания за 30 с удвойте. Оба значения занесите в соответствующие графы таблицы.

II. **Удержание образа произвольным вниманием.**
Повторите опыт, соблюдая ту же методику проведения, но постарайтесь как можно дольше удерживать тот образ, который сложился.
Если же образ всё-таки изменился, надо удерживать новый образ как можно дольше. При каждом изменении образа делайте штрих в тетради. Подсчитайте полученное число колебаний за 30 с и за 1 мин (удвоив полученное). Результаты занесите в соответствующие графы таблицы.

III. **Определение устойчивости внимания при активной работе с объектом.**
Представьте себе, что рисунок изображает комнату. Маленький квадрат — её задняя стенка. Подумайте, как расставить мебель: диван, кровать, телевизор, приёмник и пр. Выполняйте эту работу в течение тех же 30 с.
Не забывайте при каждом изменении образа делать штрих, причём каждый раз возвращайтесь к исходному образу и продолжайте «обставлять» комнату. «Расставлять» мебель надо мысленно, не отрываясь от рисунка. Полученные результаты занесите в таблицу в соответствующие графы.

Обсуждение результатов. Обычно наибольшее число колебаний внимания наблюдается при непроизвольном внимании.
При произвольном внимании с установкой удерживать сложившийся образ число колебаний внимания уменьшается, но выполнение этой инструкции требует больших усилий, потому что и картинка, и установка остаются теми же. Поэтому человеку приходится непрерывно бороться с угасанием внимания.
В третьем случае у многих испытуемых колебания внимания практически не проявляется, хотя изображение пирамиды остаётся одним и тем же. Это результат того, что каждый последующий поиск создаёт новую ситуацию, вызывает рассогласование между тем, что сделано, с тем, что предстоит сделать. Это и поддерживает устойчивость внимания.

Основные положения главы 13

Высшая нервная деятельность обеспечивает наиболее совершенное приспособление организма к внешней среде. Её материальной основой у млекопитающих является функция коры большого мозга с подкорковыми ядрами и ядрами промежуточного мозга. У человека они обеспечивают высшие психические функции: познавательные, эмоциональные и волевые процессы, речь, мышление, сознание, способность к трудовой деятельности.

И. М. Сеченов установил, что работа центральной нервной системы построена на многоуровневом принципе: высшие центры способны управлять низшими: головной мозг может усилить или затормозить рефлексы спинного мозга. И. П. Павлов и его последователи изучали врождённые и приобретённые формы поведения. Они открыли ряд законов высшей нервной деятельности.

К врождённой программе поведения относятся безусловные рефлексы, инстинкты и отчасти запечатление; к приобретённой — условные рефлексы, рассудочная деятельность, динамический стереотип, а у человека — осознанная волевая деятельность.

Основными процессами нервной системы являются возбуждение и торможение. Различают врождённое безусловное торможение и выработанное, условное.

Выдвижение на первый план очередной потребности приводит соответствующие нервные центры к появлению очагов повышенного временного возбуждения — доминанты. Этот очаг способен затормаживать остальные очаги, а поступающие в мозг возбуждения от посторонних раздражителей замыкать на себя и усиливаться за их счёт. Благодаря этому состоянию, открытому А. А. Ухтомским, возможно замыкание условно-рефлекторной связи и образование условного рефлекса.

Для всех млекопитающих животных и человека характерны суточные биологические ритмы: сон и бодрствование. Их чередование необходимо для поддержания здоровья. По характеру электроэнцефалограммы, получаемой при исследовании мозга, различают фазу быстро-

го и фазу медленного сна. Сновидения чаще бывают во время быстрого сна.

Высшую нервную деятельность человека отличает от таковой у животных наличие речи, мышление и сознание, способность к творчеству. Различают внешнюю речь, которая даёт возможность общаться между людьми, приобретать знания и пользоваться достижениями прошлых поколений, и внутреннюю речь, организующую поведение самого человека: его сознание, поступки, мышление.

С речью связаны высшие психические функции человека. Они включают познавательные процессы: ощущения, восприятия, память, воображение, мышление; эмоциональные и волевые процессы, внимание. Осознанная деятельность человека тесно связана с речью: сначала в речевой форме проигрывается сценарий будущего действия или поступка, а уж затем следует само действие. Бессознательные и подсознательные действия обычно происходят без речевого участия.

Важное место в психической жизни человека занимает внимание. Различают произвольное и непроизвольное внимание. Активная работа с объектом повышает устойчивость внимания без дополнительного волевого усилия.

Глава **14**

Эндокринная система

Из этой главы вы узнаете

- о том, как действуют гормоны;
- что происходит при их недостатке или избытке;
- какими признаками обладают наиболее часто встречающиеся эндокринные нарушения и какими способами можно помочь некоторым больным

Вы научитесь

- определять расположение некоторых эндокринных желёз в соответствующих областях тела;
- распознавать симптомы ряда эндокринных заболеваний



§ 58. Роль эндокринной регуляции

1. **Какие железы относят к железам внутренней, смешанной и внешней секреции?**
2. **Какова функция гормонов?**
3. **Как осуществляется нервная и гуморальная регуляция?**
4. **Какими свойствами обладают гормоны?**

Железы человека. В теле человека существует множество различных желёз, синтезирующих и выделяющих те или иные вещества — секреты. Если железа выделяет свой секрет по протокам на поверхность тела или в полость какого-то органа, эту железу называют экзокринной или *железой внешней секреции*. Экзокринными железами являются слюнные, потовые, сальные, слёзные, молочные железы и самая крупная железа нашего организма — печень.

Железы, секрет которых поступает непосредственно в кровь или межклеточную жидкость, называют эндокринными или *железами внутренней секреции*. К этой группе относят щитовидную железу, гипофиз, эпифиз, надпочечники и некоторые другие железы. Вещества, выделяемые железами внутренней секреции, получили название *гормонов* (рис. 156).

Кроме этих двух типов есть железы, занимающие промежуточное положение между экзокринными и эндокринными, например половые железы и поджелудочная железа. Часть их клеток выделяют свой секрет непосредственно в кровь, а другие клетки выделяют вещества по протокам. Такие железы, совмещающие функции экзокринных и эндокринных желёз, называют *железами смешанной секреции*.

Рис. 156. Выделение гормонов эндокринными железами: 1 — клетки железистой ткани, выделяющие гормоны в кровеносный капилляр; 2 — клетки органа-мишени; 3 — молекулы гормона; 4 — кровеносный капилляр. Стрелками показано направление переноса гормона

Например, поджелудочная железа выделяет в кровь гормон инсулин, а в двенадцатиперстную кишку — секрет, содержащий пищеварительные ферменты (трипсиноген, липазу, амилазу). Поэтому её относят к железам смешанной секреции.

К эндокринной системе, регулирующей физиологические функции организма, относят железы внутренней секреции, эндокринные части желёз смешанной секреции, а также отдельные клетки других органов, способные к синтезу биологически активных веществ — гормонов (рис. 157).

Свойства и функции гормонов. Главное свойство гормонов — их высокая биологическая активность. Для того чтобы подействовать на определённые органы или клетки, необходимо ничтожно малое количество гормона. Органы, на которые действуют гормоны, называют *органами-адресатами* данного гормона или органами-мишенями. Причём клетки и органы, на которые действует гормон, расположены, как правило, далеко от места образования самого гормона.

Другое свойство гормонов заключается в том, что *после своего действия гормон разрушается.* Благодаря этому создаётся возможность для следующих гормональ-

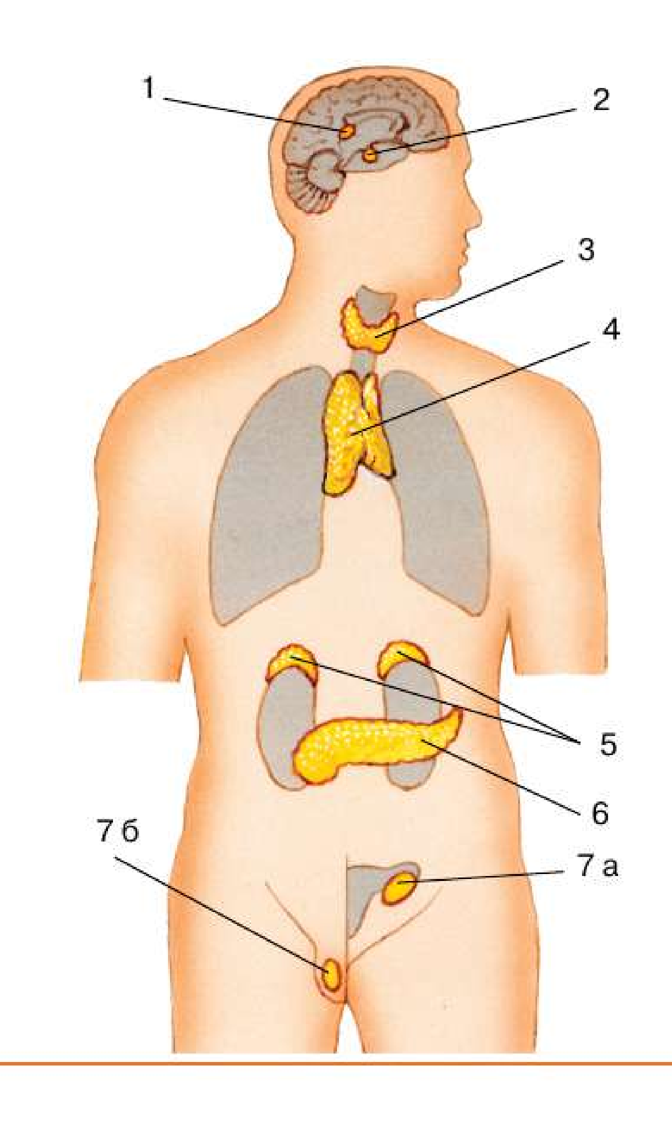


Рис. 157. Расположение желёз внутренней и смешанной секреции:
1 — эпифиз; 2 — гипофиз;
3 — щитовидная железа;
4 — вилочковая железа (тимус);
5 — надпочечники; 6 — поджелудочная железа; 7 — половые железы
(а — женские, б — мужские)

ных воздействий. Если бы предшествующие порции гормонов не разрушались, последующие не могли бы действовать. Но если гормоны непрерывно разрушаются, то они должны непрерывно вырабатываться в течение всей жизни, что и происходит в здоровом организме. Изменение активности желёз внутренней секреции и нарушение их функций приводит к серьёзным расстройствам. Если железа выделяет больше гормона, чем это нужно организму, говорят о *гиперфункции* железы. Наоборот, снижение выработки гормонов называют *гипофункцией*.

Гормоны включаются в работу на ранних этапах индивидуального развития организма. Они начинают действовать задолго до его рождения, направляя развитие органов. Это продолжается и после рождения. Например,

если в организме недостаёт гормона щитовидной железы, то задерживается рост тела в длину, нарушаются его пропорции, возникает умственная отсталость.

Гормоны поддерживают постоянство внутренней среды, например содержание в крови кальция или глюкозы.

Гормоны регулируют процессы роста и развития, влияя на работу митохондрий и рибосом клеток. Они могут усиливать образование белка, регулировать процессы окисления, а также принимают важную роль в приспособлении организма к нагрузкам.

Одни гормоны дополняют действие симпатического отдела вегетативной нервной системы, усиливая деятельность сердца, поднимая артериальное давление крови. Другие гормоны дополняют действие парасимпатической системы, способствуя переходу организма от состояния напряжения к состоянию покоя.

Единство нервной и гуморальной регуляции. Если нервная система посылает свои импульсы по нервам, точно к определённым органам, и быстро изменяет их работу, то поступившие в кровь гормоны достигают цели медленнее, но зато они охватывают сразу больше органов и тканей. В организме обе регуляторные системы, нервная и гуморальная, тесно связаны между собой. С одной стороны, на деятельность нервной системы влияют переносимые с током крови химические вещества. С другой стороны, синтез и выделение веществ в кровь находятся под контролем нервной системы. Поэтому регуляция физиологических функций в организме не может осуществляться только нервным или только гуморальным путём. В организме существует единая *нейрогуморальная регуляция* всех физиологических функций.

Промежуточный мозг и органы эндокринной системы. В промежуточном мозге есть участок, называемый *гипоталамусом* (см. § 46). В нём находятся особые нервные клетки, которые вырабатывают *нейрогормоны*. Их называют нейроэндокринными клетками. Особенность этих клеток в том, что их аксоны образуют синапсы в стенках кровеносных сосудов. И вещества, выделяемые в синап-

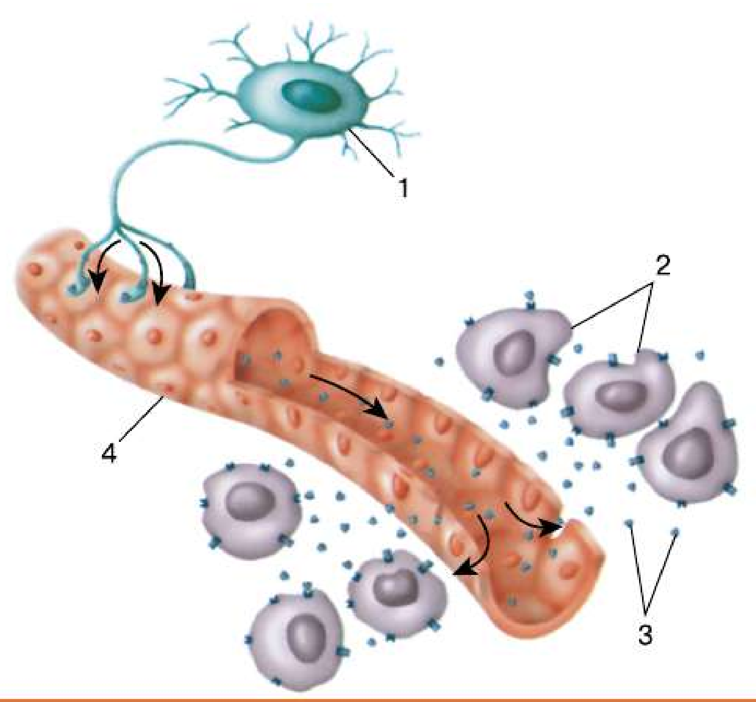


Рис. 158. Выделение нейрогормонов: 1 — нейроэндокринная клетка; 2 — клетки органа-мишени; 3 — молекулы нейрогормона; 4 — кровеносный капилляр. Стрелками показано направление переноса нейрогормона

сах, попадают в кровь (рис. 158). По кровеносным сосудам нейрогормоны с током крови попадают в центральную железу эндокринной системы — гипофиз, усиливая или ослабляя его работу. Гипофиз, в свою очередь, синтезирует гормоны, регулирующие работу других желёз организма.

ЭНДОКРИННАЯ СИСТЕМА, ЖЕЛЕЗЫ ВНУТРЕННЕЙ СЕКРЕЦИИ: ЭПИФИЗ, ГИПОФИЗ, ЩИТОВИДНАЯ ЖЕЛЕЗА, НАДПОЧЕЧНИКИ; ЖЕЛЕЗЫ СМЕШАННОЙ СЕКРЕЦИИ: ПОДЖЕЛУДОЧНАЯ ЖЕЛЕЗА, ПОЛОВЫЕ ЖЕЛЕЗЫ; ЖЕЛЕЗЫ ВНЕШНЕЙ СЕКРЕЦИИ; НЕЙРОГОРМОНЫ.

Вопросы

1. Какие железы относят к эндокринной системе?
2. Что и куда выделяют железы внутренней, внешней и смешанной секреции?
3. Как взаимодействуют нервная и гуморальная регуляция?
4. Какова функция гипоталамуса?
5. Каковы основные свойства гормонов?
6. Согласны ли вы с утверждением, что гипофиз является дирижёром эндокринной регуляции организма? Выскажите свою точку зрения.

Задания

1. Из заданного списка выпишите в левый столбик названия желёз внешней секреции, в средний — названия желёз смешанной секреции, в правый — названия желёз внутренней секреции.
Сальные железы, железы желудка, поджелудочная железа, гипофиз, половые железы, щитовидная железа, надпочечники, молочные железы.
2. Известно, что ферменты, гормоны и витамины являются биологически активными веществами. Сравните их между собой. В чём разница между ними?

§ 59. Функции желёз внутренней секреции

1. **Какие железы регулируют рост и развитие организма?**
2. **Как гормоны влияют на обмен веществ?**
3. **Как гормоны поддерживают постоянство внутренней среды?**
4. **Какие гормоны активизируют работу органов при переходе от состояния покоя к деятельности?**

Гормон роста гипофиза. *Гипофиз* вырабатывает несколько гормонов (рис. 159). Один из них влияет на рост человека. Проникая в клетки, он усиливает синтез белков на рибосомах, вследствие чего клетки быстрее растут и делятся. При недостатке этого гормона рост замедляется и длина тела взрослого человека порой не превышает 120 см. Любопытно, что пропорции тела при этом остаются нормальными, умственные способности сохраняются. *Гипофизарные карлики* могут добиться высоких результатов в различных видах деятельности.

При избытке гормона роста увеличение длины тела происходит ненормально быстро, и в итоге рост может превысить 240 см у взрослого человека. Это *гигантизм*.

Бывают случаи, когда гормон роста вырабатывается с избытком у взрослого человека, в то время когда процессы роста уже закончились. Тогда происходит непропорциональное увеличение органов, которые ещё не потеряли возможность расти. Начинают усиленно расти

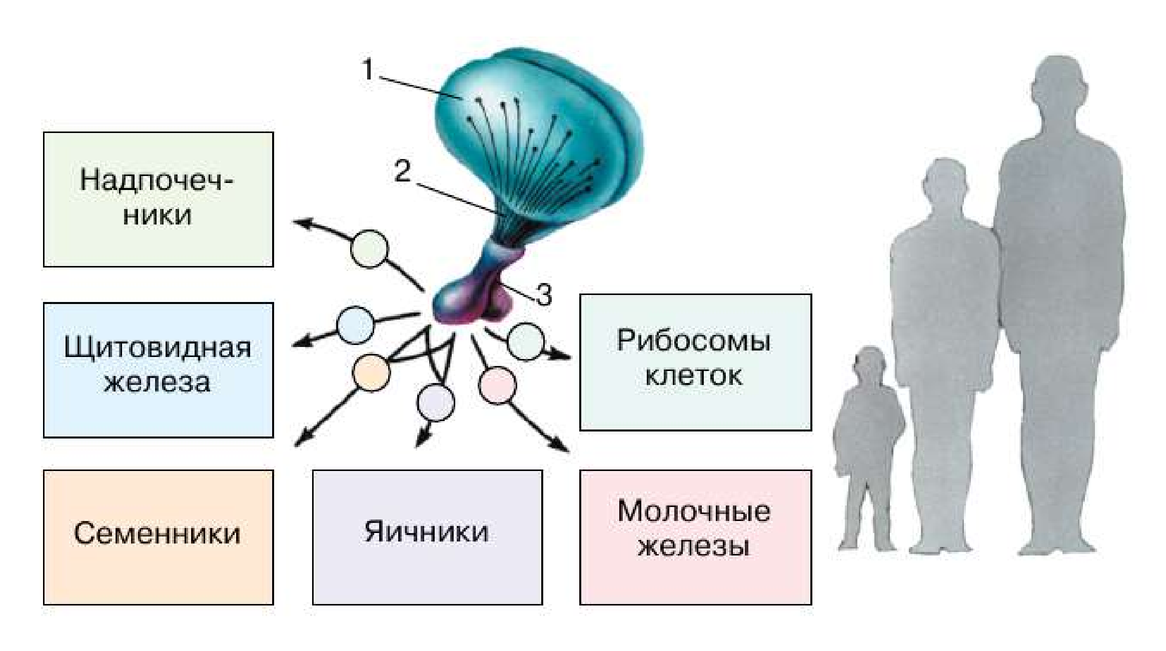


Рис. 159. Регуляция функций гипофиза со стороны гипоталамуса и воздействия гипофиза на органы-мишени:
1 — таламус; 2 — гипоталамус; 3 — гипофиз.
Стрелками показаны гормоны, выделяемые гипофизом.
В прямоугольниках написаны названия структур, на которые они действуют.
Тонкими линиями показано направление кровотока от таламуса и гипоталамуса к гипофизу. Справа: фигуры людей с недостаточным, нормальным и избыточным выделением гормона роста гипофизом

нос, язык, стопы, кисти, ушные раковины. Это нарушение называют *акромегалией*.

Щитовидная железа. Эта непарная железа, состоящая из двух долей и перешейка, расположена на шее впереди гортани (рис. 160). Основные гормоны щитовидной железы (*тироксин* и *трииодтиронин*) стимулируют окислительные процессы в клетках, регулируют обмен веществ, рост и развитие организма, влияют на формирование центральной нервной системы.

Для успешного образования гормонов щитовидной железы необходим иод. При его отсутствии ткань железы разрастается, однако это не приводит к нормальной выработке гормонов, и проявления болезни остаются.

Исследования экологов показали, что в значительной степени причина заболевания кроется в том, что в почве отсутствует достаточное количество иода, а потому про-

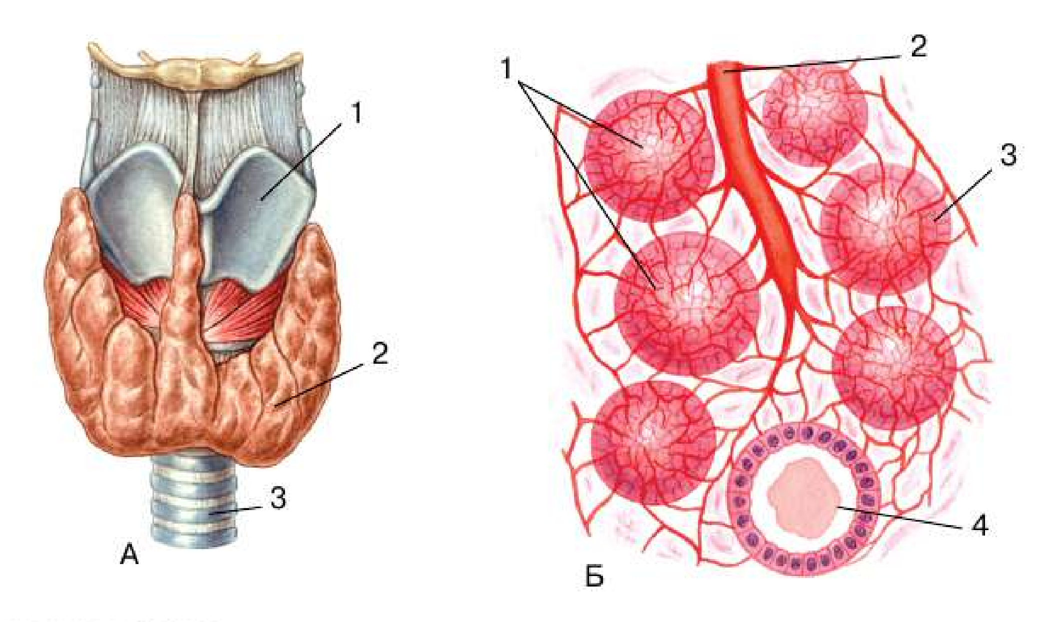


Рис. 160. Щитовидная железа.
А — положение щитовидной железы: 1 — щитовидный хрящ; 2 — щитовидная железа; 3 — трахея; Б — микроскопическое строение щитовидной железы: 1 — пузырьки, эпителиальные стенки которых выделяют гормоны; 2 — кровеносный сосуд; 3 — сеть капилляров, оплетающих пузырёк; 4 — пузырёк в разрезе (содержащиеся в пузырьке гормоны поступают в кровь)

дукты питания также бедны соединениями иода. Чтобы предотвратить заболевание щитовидной железы, к поваренной соли подмешивают небольшой процент иодида калия.

Если у взрослого человека щитовидная железа выделяет слишком много гормона, развивается *базедова болезнь* (рис. 161). Процессы биологического окисления у таких людей происходят излишне интенсивно, а потому у них могут быть повышенная температура тела, усиленная работа сердца. Больные отличаются худобой. Глаза кажутся как бы выпученными. Умственные способности сохраняются, однако больные отличаются повышенной возбудимостью.

При недостаточном функционировании щитовидной железы у взрослых развивается заболевание *микседема*, или слизистый отёк. Окислительные процессы протекают вяло. Сердце работает недостаточно интенсивно, что приводит к отёкам ног. Больной постоянно ощущает слабость и сонливость. В нервной системе преобладают процессы торможения.

Особенно тяжёлые последствия от недостатка гормона щитовидной железы возникают у детей. У них нарушается рост в длину, в то время как в ширину они растут нормально. Это приводит к серьёзным нарушениям пропорций тела. Ребёнок растёт с резким отставанием в физическом и умственном развитии. Развивается *кретинизм*.

При лечении базедовой болезни прописывают препараты, снижающие активность щитовидной железы. Для этого прибегают к радиоактивному иоду, который выводит из строя часть клеток щитовидной железы, или к оперативному удалению её части. Выработка гормонов при этом уменьшается, и больной поправляется.

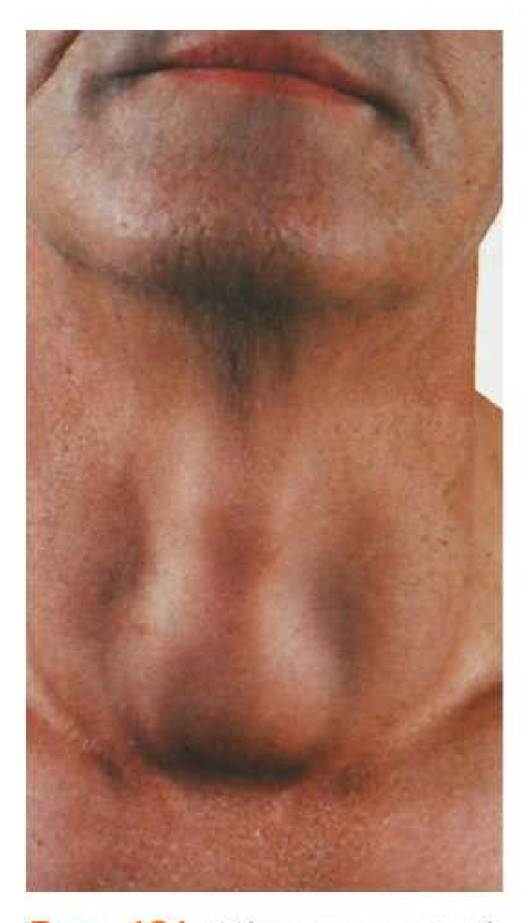


Рис. 161. Образование зоба как следствие избыточного синтеза гормонов щитовидной железы

Гормоны надпочечников. Надпочечники расположены на верхних полюсах почек. Они образованы *мозговым* и *корковым* веществом. Клетки мозгового слоя секретируют гормоны *адреналин* и *норадреналин*[1]. Эти гормоны часто называют гормонами стресса. Они повышают артериальное давление, усиливают работу сердца, расширяют бронхи, увеличивают количество сахара в крови, то есть, активизируя многие органы и системы, помогают человеку адаптироваться в стрессовых ситуациях. Влияние адреналина и норадреналина поддерживает симпатическую нервную систему, активизирующуюся при напряжённой работе.

Корковое вещество надпочечников вырабатывает несколько гормонов. Одни повышают выносливость организма, помогают приспособиться к неблагоприятным условиям среды и сохранять работоспособность в течение длительного времени. Другие гормоны коркового ве-

[1] Строго говоря, норадреналин является не только гормоном надпочечников, но и нейромедиатором — биологически активным веществом, работающим в синапсах.

щества надпочечников принимают участие в поддержании постоянного уровня ионов калия и натрия во внутренней среде организма, повышают интенсивность синтеза белка, стимулируют увеличение объёма и силы мышц. Препараты на их основе применяются при лечении ослабленных и истощённых больных.

Гормон поджелудочной железы инсулин. Поджелудочная железа относится к железам смешанной секреции: одни её клетки вырабатывают поджелудочный сок, попадающий по протокам в двенадцатиперстную кишку, другие выделяют в кровь гормон *инсулин*. Инсулин повышает проницаемость клеточных мембран для молекул глюкозы. В результате глюкоза свободно переходит из плазмы крови в ткани, а её избыток откладывается в печени и мышцах в виде запасного углевода — гликогена. Это способствует поддержанию постоянного уровня глюкозы в крови.

Сахарный диабет. При заболевании поджелудочной железы выработка инсулина снижается. Развивается тяжёлое заболевание — *сахарный диабет*. В отсутствие инсулина глюкоза не может проникнуть в клетки тела. Она накапливается в крови и выводится с мочой из организма. Чтобы освободить организм от глюкозы, почкам требуется много воды. Поэтому больные сахарным диабетом постоянно испытывают жажду и сухость во рту. У них часто возникают аллергические реакции с поражением кожи и других органов, устойчивость их организма к инфекциям снижается. Раньше такие люди жили недолго. Положение изменилось, когда было выяснено, что выделяемый из поджелудочной железы животных инсулин может помочь больному. Инъекции такого инсулина спасали миллионы жизней. Однако у некоторых пациентов на животный инсулин возникали аллергические реакции. В 80-х гг. XX в. участок ДНК человека, отвечающий за синтез белка инсулина, был выделен и встроен в ДНК бактерии — кишечной палочки. Бактерия начала активно синтезировать человеческий инсулин. В 1982 г. инсулин человека стал первым фармацевтическим препаратом, полученным с помощью методов генной инженерии.

Гормоны и половое созревание. В период полового созревания активность гипофиза и надпочечников возрастает. Происходит бурный рост тела и завершение развития организма. Созревшие половые железы выделяют гормоны, стимулирующие вторичные половые признаки: оволосение по мужскому и женскому типу в зависимости от пола, развитие молочных желёз у девушек.

В отличие от большинства других органов, половые железы в мужском и женском организмах различны. В мужском — это *семенники* (яички), в женском — *яичники*. Семенники выделяют в кровь мужской половой гормон, а яичники — несколько женских гормонов. Влиянием половых гормонов объясняется различие в пропорциях тела мужчин и женщин, в их облике и поведении.

ГИПОФИЗ, ГОРМОН РОСТА, АКРОМЕГАЛИЯ; ЩИТОВИДНАЯ ЖЕЛЕЗА, БАЗЕДОВА БОЛЕЗНЬ, МИКСЕДЕМА, КРЕТИНИЗМ; ПОЛОВЫЕ ЖЕЛЕЗЫ: СЕМЕННИКИ, ЯИЧНИКИ; ПОДЖЕЛУДОЧНАЯ ЖЕЛЕЗА, ИНСУЛИН, САХАРНЫЙ ДИАБЕТ; НАДПОЧЕЧНИКИ: АДРЕНАЛИН, НОРАДРЕНАЛИН.

Вопросы

1. Где находятся гипофиз и щитовидная железа?
2. Каковы симптомы базедовой болезни?
3. Почему в одних случаях увеличение интенсивности функций гипофиза приводит к гигантизму, а в других — к акромегалии? С чем это связано?
4. Как излечивают больных с избыточной функцией щитовидной железы и как — с недостаточной функцией?
5. Объясните, как влияет недостаток иода в почве на образование зоба.
6. Какое значение для развития человека имеют гипофиз, надпочечники и половые железы?
7. Почему поджелудочную железу относят к железам смешанной секреции?
8. Какие изменения в клетках организма могут произойти при снижении или превышении содержания глюкозы в крови?
9. В чём причина сахарного диабета? Объясните механизм действия гормона инсулина. Как в настоящее время помогают больным сахарным диабетом?
10. Назовите функции гормонов мозгового и коркового вещества надпочечников.

Задания

1. Как вы считаете, существует ли взаимосвязь между концентрациями гормонов и активностью организма?
2. Составьте и заполните таблицу «Гормоны человеческого организма».
3. Почему препарат инсулина, необходимый для лечения больных диабетом, выпускают только в виде ампул для инъекций, а не в виде таблеток? Объясните свою точку зрения.
4. У некоторых хвостатых земноводных, например у тигровой амбистомы, существуют особые личинки — аксолотли. Особенность аксолотля состоит в том, что он достигает половозрелости и становится способным к размножению, не превратившись во взрослую форму, не претерпев метаморфоза. У этих личинок хорошо развита щитовидная железа, но она обычно не вырабатывает достаточное количество гормона тироксина, который запускает метаморфоз. Предложите, что следует сделать, чтобы аксолотль превратился во взрослую амбистому.

Основные положения главы 14

Эндокринная система включает железы, выделяющие гормоны. К ним относят железы внутренней секреции: эпифиз, гипофиз, щитовидная железа, надпочечники, эндокринные части желёз смешанной секреции: поджелудочной железы, половых желёз, а также эндокринные клетки в других тканях.

Гормоны поступают из желёз непосредственно в кровь и, дойдя до органа-адресата, изменяют его работу. В тканях этих органов гормоны распадаются, освобождая место для воздействия следующей порции.

Эндокринная и нервная регуляция взаимно дополняют друг друга. Нервные импульсы действуют прицельно, быстро изменяя работу органа. Гормоны действуют медленнее, но зато охватывают большое число органов, участвующих в данной деятельности. Регулируется эндокринная система гипоталамусом. Он посылает нейрогормоны к гипофизу, а тот регулирует другие железы внутренней и смешанной секреции. Для развития нерв-

ной системы требуются гормоны. Например, недостаток гормонов щитовидной железы в раннем детстве ведёт к умственной отсталости.

На рост и развитие организма оказывает влияние гормон роста гипофиза. Гормоны щитовидной железы регулируют процессы окисления в клетке и развитие органов и систем организма. Гипофиз и надпочечники стимулируют развитие половых желёз, а те, в свою очередь, обеспечивают развитие вторичных половых признаков.

Гормоны оказывают влияние на поведение человека.

Если организм попадает в трудные условия, то наряду с усилением действия симпатического подотдела вегетативной нервной системы включаются и гормоны мозгового вещества надпочечников: адреналин и норадреналин.

Глава 15

Индивидуальное развитие организма

Из этой главы вы узнаете

- о развитии человеческого организма;
- об изменениях, происходящих в подростковом возрасте;
- о болезнях, передающихся половым путём;
- о темпераменте и характере;
- об интересах и склонностях;
- о развитии способностей к той или иной деятельности

Вы научитесь

- различать наследственные и врождённые заболевания и объяснять причины их появления;
- доказывать филогенетическое родство эмбриологическими методами;
- определять темперамент;
- различать интересы и склонности;
- использовать знания о своих способностях для выбора дальнейшего жизненного пути



§ 60. Размножение. Половая система

1. **Почему вид может существовать практически неограниченное время, в то время как каждая отдельная особь смертна?**
2. **Как созревают сперматозоиды и яйцеклетки?**
3. **От чего зависит пол ребёнка?**

Размножение организмов. Всё живое рождается, растёт, развивается, оставляет потомство, стареет и умирает. Жизнь каждого отдельного существа ограниченна, но жизнь на Земле продолжается уже миллионы лет.

В природе существуют две формы *размножения* — *бесполое* и *половое*. При бесполом размножении потомство происходит от одной особи. При этом набор генов (наследственных единиц) у материнского и дочернего организмов остаётся одинаковым. Лишь случайные изменения в генном аппарате (мутации) вносят некоторое разнообразие в наследственную программу.

При половом размножении участвуют два организма — материнский и отцовский. Генный аппарат потомства обновляется, так как в нём сочетаются наследственные свойства не только отца и матери, но через них и их прародителей — как со стороны матери, так и со стороны отца. Благодаря этому особи вида, размножающегося половым путём, обладают множеством индивидуальных задатков, которые помогают им лучше приспосабливаться к условиям среды. Как бы ни менялась окружающая среда, всегда среди представителей вида найдутся такие, которые смогут нормально существовать и оставить потомство в новых условиях. Человеку, как и большинству живых существ, свойственно половое размножение.

Мужская половая система. Мужские половые клетки — *сперматозоиды* образуются в *семенниках* (яичках) (рис. 162). Созревание сперматозоидов происходит при температуре около 35 °C. Это ниже температуры брюшной полости тела. Поэтому семенники находятся вне брюшной полости, в кожно-мышечном мешочке — *мошонке*.

Образование и созревание сперматозоидов происходит в системе семенных канальцев, заполняющих семенник. Во время созревания происходит редукционное деление — мейоз. В результате образуются клетки сперматозоидов с половинным числом хромосом в ядре. Один из образовавшихся сперматозоидов получает половую хромосому X (икс), второй — половую хромосому Y (игрек).

Каждый сперматозоид имеет головку с ядром, шейку и жгутик, с помощью которого он способен перемещаться. По семявыносящим протокам сперматозоиды попадают в мочеиспускательный канал, в начало которого также впадают и протоки дополнительных желёз — семенных пузырьков и *предстательной железы*, или *простаты*. Её секрет входит в состав *семенной жидкости*, в которой находятся зрелые сперматозоиды.

Женская половая система. Как и мужская половая система, женская состоит из внутренних и наружных половых органов (рис. 163). Внутренние женские половые орга-

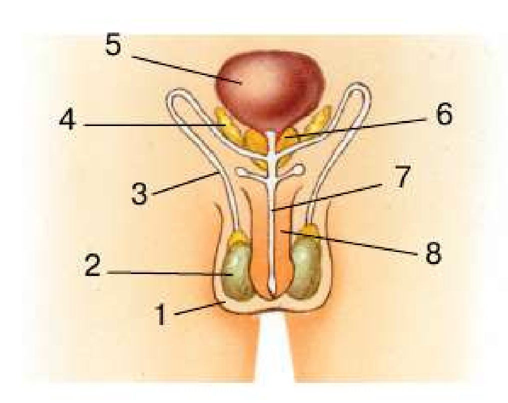


Рис. 162. Мужская половая система и мочевой пузырь: 1 — мошонка; 2 — семенник (яичко); 3 — семявыносящие каналы; 4 — семенные пузырьки; 5 — мочевой пузырь; 6 — предстательная железа (простата); 7 — мочеиспускательный канал; 8 — половой член

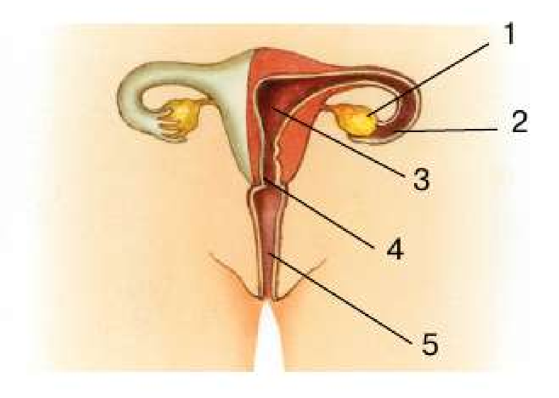


Рис. 163. Женская половая система: 1 — яичник; 2 — маточная труба; 3 — матка; 4 — шейка матки; 5 — влагалище

ны — это *яичники, маточные трубы* (*яйцеводы*), *матка, влагалище*. Созревание *яйцеклетки* происходит в *граафовом пузырьке* (*фолликуле*) яичника и продолжается около 14 суток. В результате редукционного деления зрелая яйцеклетка, так же как и сперматозоид, остаётся с половинным набором хромосом. Каждая яйцеклетка имеет в своём составе только *X*-хромосому.

После того как яйцеклетка созреет, граафов пузырёк лопается, и яйцеклетка выходит в брюшную полость. Этот процесс называют *овуляцией*. Через бахромчатую воронку яйцеклетка попадает в яйцевод (маточную трубу), внутренняя поверхность которого выстлана ресничным эпителием. Яйцеклетка, в отличие от сперматозоидов, не способна к самостоятельному движению. Поэтому перемещается она благодаря движению ресничек и за счёт сокращений гладких мышц в стенках яйцевода.

Образование и развитие зародыша. Встреча яйцеклетки со сперматозоидами происходит в верхней части маточной трубы. Из многих сперматозоидов, достигших яйцеклетки, в неё внедряется только один. Слияние яйцеклетки и сперматозоида называют *оплодотворением* (рис. 164).

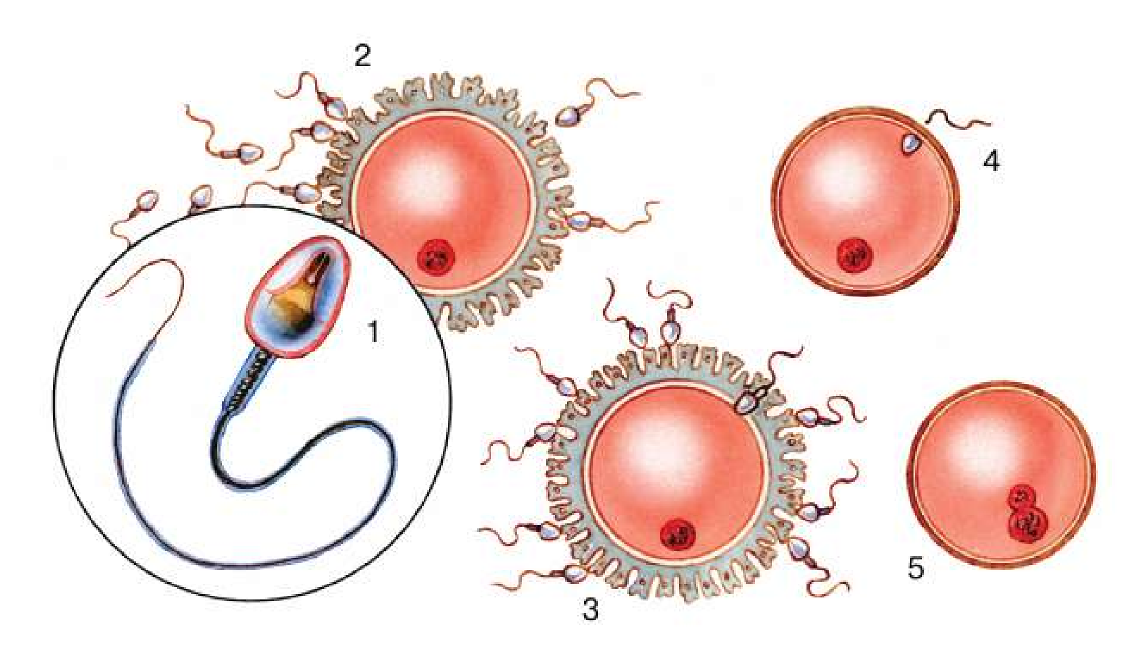


Рис. 164. Оплодотворение:
1 — сперматозоид; 2 — яйцеклетка; 3, 4, 5 — стадии оплодотворения

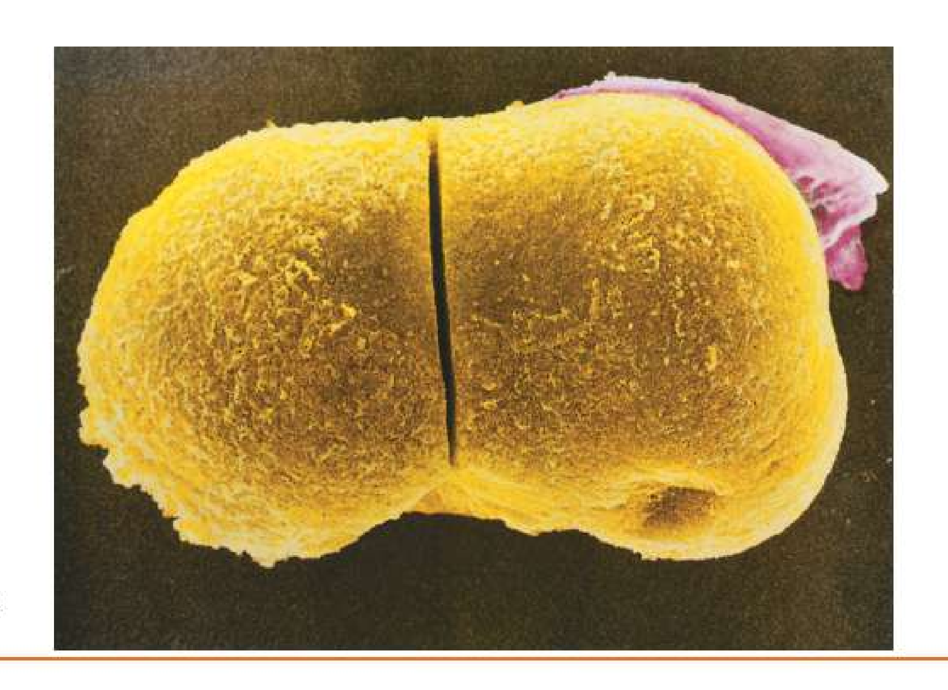


Рис. 165. Первое деление зиготы, образование двухклеточного зародыша (микрофотография)

В результате оплодотворения образуется зародышевая клетка — *зигота* — с полным (то есть двойным) набором хромосом. При этом половину набора она наследует от материнского организма, другую — от отцовского. В результате в наследственных свойствах зародышевой клетки (а следовательно, и будущего организма) сочетаются свойства обоих родителей.

Пол будущего ребёнка определяется набором половых хромосом. Если в зародышевой клетке (зиготе) оказались две X-хромосомы (X от матери и X от отца), родится девочка. Если оказались X- и Y-хромосомы (X от матери и Y от отца), родится мальчик. Следовательно, пол будущего ребёнка зависит от того, какой сперматозоид (с X- или Y-хромосомой) оплодотворит яйцеклетку.

Начальная стадия развития зародышевой клетки происходит в маточной трубе (рис. 165, 166). Клетка многократно делится, и вскоре образуется пузырёк с ворсинками на внешней поверхности. Стенка матки к этому времени под влиянием гормонов становится готовой к приёму зародыша: в ней разрастаются клетки рыхлого слоя эпителия. Зародыш прикрепляется ворсинками к этому слою, а через некоторое время погружается в него, происходит имплантация (рис. 167).

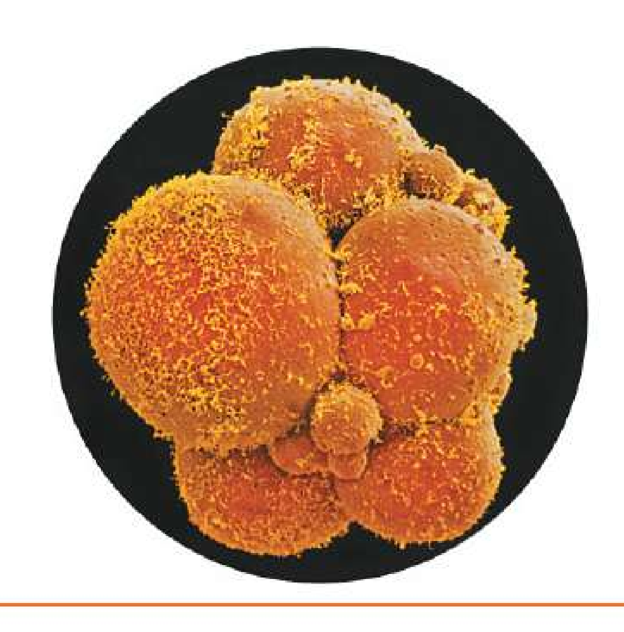


Рис. 166. Эмбрион на стадии восьми клеток спустя три дня после оплодотворения (микрофотография)

Менструации и поллюции. Если оплодотворения не произошло, яйцеклетка не прикрепляется к стенке матки и удаляется из организма вместе с рыхлым эпителием внутренней стенки матки и небольшим количеством крови. Этот процесс происходит периодически, регулируется гормонами и называется *менструацией*. После этого происходит об-

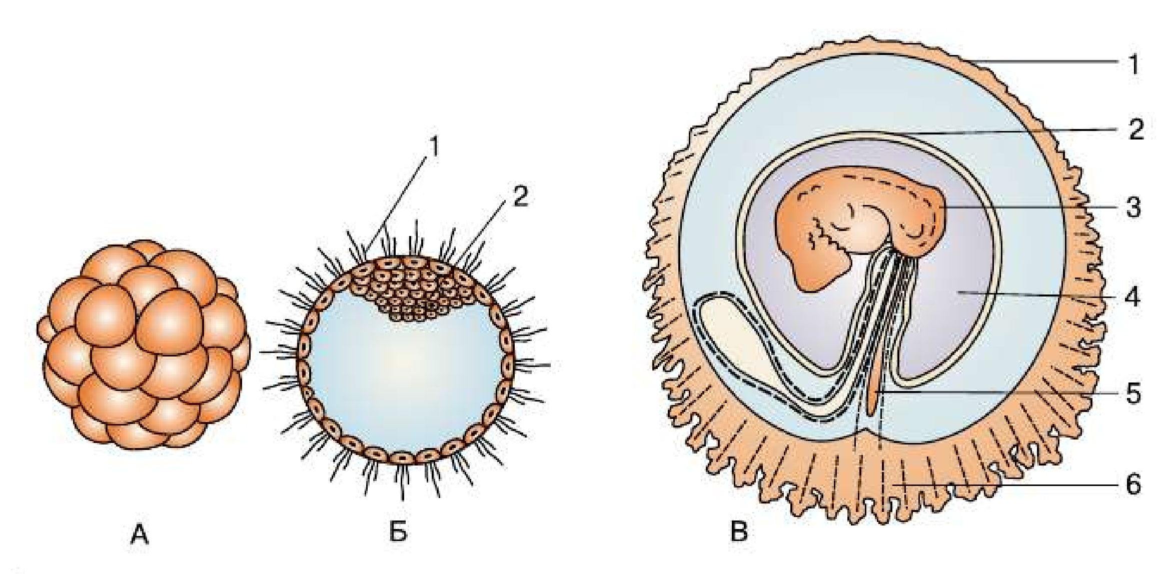


Рис. 167. Развитие зародыша:
А — образование зародышевого пузырька (бластулы);
Б — шестидневный зародыш: 1 — ворсинки на внешней оболочке;
2 — группа клеток, из которых будут развиваться тело зародыша и его внутренние оболочки;
В — 4-я неделя жизни: 1 — наружная оболочка; 2 — внутренняя оболочка;
3 — плод; 4 — плодные воды; 5 — пуповина; 6 — формирующаяся плацента

новление эпителия внутренней поверхности матки. Все эти процессы образуют *менструальный цикл*. Его средняя продолжительность 28 суток (лунный месяц). Но не является нарушением его продолжительность и от 17 до 44 суток, если это величина постоянная.

Созревание сперматозоидов в организме мужчины происходит непрерывно, начиная с периода полового созревания и до старости. Непроизвольные семяизвержения называют *поллюциями*. У здоровых людей они происходят обычно во время сна.

СПЕРМАТОЗОИДЫ, СЕМЕННИКИ (ЯИЧКИ), СЕМЯВЫНОСЯЩИЕ КАНАЛЫ, ПРЕДСТАТЕЛЬНАЯ ЖЕЛЕЗА (ПРОСТАТА), СЕМЕННАЯ ЖИДКОСТЬ; РЕДУКЦИОННОЕ ДЕЛЕНИЕ, ГЕНЫ, ПОЛОВЫЕ ХРОМОСОМЫ (*X*, *Y*), ЯИЧНИКИ, МАТОЧНЫЕ ТРУБЫ, МАТКА, ГРААФОВ ПУЗЫРЁК (ФОЛЛИКУЛ), ЯЙЦЕКЛЕТКА, ОВУЛЯЦИЯ; ОПЛОДОТВОРЕНИЕ, ЗИГОТА; МЕНСТРУАЦИЯ, МЕНСТРУАЛЬНЫЙ ЦИКЛ, ПОЛЛЮЦИИ.

Вопросы

1. Каковы преимущества полового размножения перед бесполым?
2. Объясните, какое биологическое значение имеет наличие у сперматозоида и яйцеклетки половинного набора хромосом.
3. Где происходит оплодотворение? Что образуется в результате этого процесса?
4. Объясните, почему яйцеклетка крупнее, чем сперматозоид.

Задания

1. Приведите примеры бесполого размножения, известные вам из предыдущих курсов биологии.
2. Сравните бесполое и половое размножение. Обобщите результаты сравнения и оформите их в виде таблицы.
3. Методы искусственного оплодотворения, используемые в медицине, порождают целый ряд этических и социальных проблем. Выскажите свою точку зрения о применении этой методики.
4. Яйцеклетки человека не содержат большой запас питательных веществ. Объясните почему. Опираясь на знания, полученные из предыдущих курсов биологии, сравните запас питательных веществ в яйцеклетках земноводных, пресмыкающихся, птиц и млекопитающих. Чем вы можете объяснить существующие различия?

§ 61. Развитие зародыша и плода. Беременность и роды

1. **Какие факты говорят о том, что программа развития определена историческим прошлым человека как биологического вида?**
2. **Когда зародыш становится плодом?**
3. **Как протекают беременность и роды?**

Закон индивидуального развития. В 1864—1866 гг. два немецких учёных, Эрнст Геккель и Фриц Мюллер, сформулировали основной биогенетический закон: в *онтогенезе* (индивидуальном развитии организма) повторяется *филогенез* (черты исторического развития вида, к которому эта особь принадлежит). Однако такое повторение неполное и неодинаковое по времени для разных органов. Это связано с тем, что те органы, которые начинают функционировать раньше, проходят стадии своего развития в более быстром темпе, чем те, которые включаются в работу позже. Кроме того, у зародыша возникают приспособления к тем условиям, в которых он находится.

Биогенетический закон говорит о том, что программа развития каждой особи сформировалась в процессе эволюции вида, к которому эта особь принадлежит. Изучая индивидуальное развитие, можно понять историческое прошлое вида (рис. 168).

Развитие плода. Вспомним, что на ранних стадиях развития зародыш млекопитающих имеет наружную оболочку, которая покрыта ворсинками. С их помощью он внедряется в слизистую оболочку стенки матки (см. рис. 167). Затем объём зародыша увеличивается, ворсинки исчезают, а вместо них на стороне, обращённой к матке, образуется *плацента* (детское место). *Пупочный канатик* соединяет зародыш, который становится *плодом*, с плацентой. В ней развивается густая сеть кровеносных сосудов.

Из материнских кровеносных сосудов в капилляры детского организма проникают кислород и питательные вещества. Обратно уходят углекислый газ и другие продукты распада. Кровеносная система плода и материн-

I стадия

II стадия

III стадия

Рыба Саламандра Черепаха Крыса Человек

Рис. 168. Зародышевое сходство рыбы, саламандры, черепахи, крысы и человека на последовательных стадиях развития

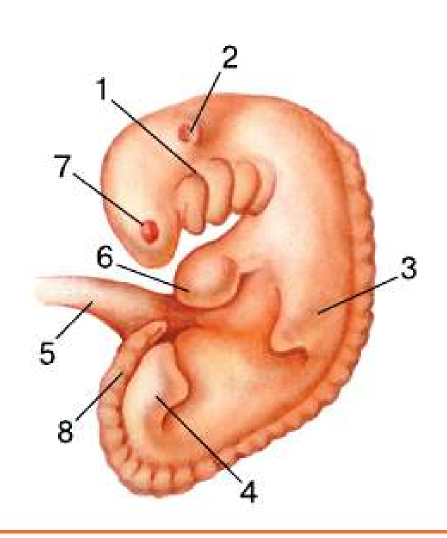


Рис. 169. Зародыш на 5-й неделе развития:
1 — жаберные дуги; 2 — слуховой пузырёк;
3 — зачаток руки; 4 — зачаток ноги;
5 — пупочный канатик; 6 — сердце;
7 — зачаток глаза. Хорошо различим хвост (8)

ского организма самостоятельны и в норме изолированы друг от друга.

На ранней стадии развития у зародыша образуются жаберные дуги и щели — признак, характерный для рыб. Это указывает на то, что наши далёкие предки дышали жабрами. Однако в процессе дальнейшего развития зародыша жаберные дуги превращаются в щитовидный хрящ, слуховые косточки и некоторые другие образования, свойственные млекопитающим (рис. 169). С развитием лёгочного дыхания у наших предков жаберные дуги изменились и приобрели другую функцию. На одной из стадий развития плод человека имеет хвост, напоминающий хвост пресмыкающихся. К моменту рождения он рассасывается. Известно, что приматы, имеющие по два соска, произошли когда-то от многососковых млекопитающих. На четвёртом месяце развития человеческого плода этот признак проявляется, но потом исчезает. Это тоже одно из проявлений биогенетического закона.

К концу 8-й недели эмбрион вырастает примерно до 3 см и начинает напоминать человека (рис. 170). На его голове можно различить глаза, уши и нос, можно увидеть пальцы рук и ног. Почти все его внутренние органы уже хорошо сформированы, а нервы и мышцы развиты настолько, что эмбрион может производить спонтанные движения.

К этому времени заканчивается формирование плаценты. С этого момента зародыш называют плодом. На-



Рис. 170. Восьминедельный эмбрион окружён зародышевой оболочкой, наполненной околоплодными водами

чиная с 9-й недели и до рождения происходит дальнейшее развитие и рост всех систем плода. С 5-го месяца мать ощущает движения ребёнка, хотя двигаться он начинает несколько раньше. К концу эмбрионального периода плод имеет массу около 3 кг и длину около 50 см.

В процессе развития зародыша вне его тела кроме плаценты формируются и другие временные специализированные органы, обеспечивающие его рост и развитие. В зародышевый период эмбрион начинает окружаться тонкой полупрозрачной плёнкой, которая разрастается и превращается в амниотическую оболочку, заполненную околоплодными водами. В дальнейшем эти воды дают возможность плоду свободно передвигаться (плавать) в матке и охраняют его от случайных травм.

Беременность. Состояние женщины от оплодотворения яйцеклетки до рождения ребёнка называют *беременностью*. В это время происходит перестройка жизнедеятельности организма будущей матери. Усиливаются процессы синтеза белка и других веществ, из которых строятся клетки, ткани и органы формирующегося организма ребёнка. Происходит нейтрализация и выведение продуктов его жизнедеятельности.

В связи с беременностью необходимо тщательное медицинское наблюдение за состоянием здоровья матери

и развитием плода. Продолжительность беременности у человека примерно 280 суток (10 лунных месяцев).

Режим беременной. Жизнь женщины во время беременности должна быть размеренной и спокойной. Нельзя выполнять тяжёлую физическую работу. Однако двигательная активность не противопоказана. Полезна ходьба, специально подобранные упражнения. Следует помнить, что спрыгивание даже с небольшой высоты может вызвать кровотечение и выкидыш плода.

Пища беременной должна быть калорийной и легко усваиваемой. Нельзя переедать и употреблять продукты, вызывающие процессы брожения в кишечнике. Исключаются шоколад, острые и пряные продукты, которые могут вызвать у ребёнка аллергию.

Одежда беременной должна быть свободной, не стеснять движений и не стягивать какие-либо участки тела, что ухудшает кровообращение. Нельзя носить туфли на высоком каблуке — это усиливает напряжение мышц брюшного пресса и снижает устойчивость.

В холодное время года необходимо избегать простуды. Особенно тщательно надо соблюдать чистоту тела и по возможности ежедневно принимать тёплый душ. Сон должен быть спокойным. Полезен дневной отдых.

Роды. По мере увеличения плода стенки матки растягиваются (рис. 171). Перед родами начинаются непроизвольные сокращения матки — *родовые схватки*. Сокращению матки помогает периодическое напряжение мышц брюшного пресса, которое женщина способна осознанно регулировать.

После рождения пуповину ребёнка перевязывают с двух сторон, а затем перерезают между перетяжками, отделяя ребёнка от матери. Оставшаяся у ребёнка часть пуповины обрабатывается дезинфицирующим раствором.

Вслед за рождением ребёнка происходит отделение и выталкивание из матки плаценты и плодной оболочки.

После родов матка постепенно возвращается к размерам, которые были до начала беременности. Её слизистая быстро восстанавливается. У ребёнка остаток пуповины через 3—5 суток отпадает. На этом месте остаётся лишь углублённый рубец — *пупок*.

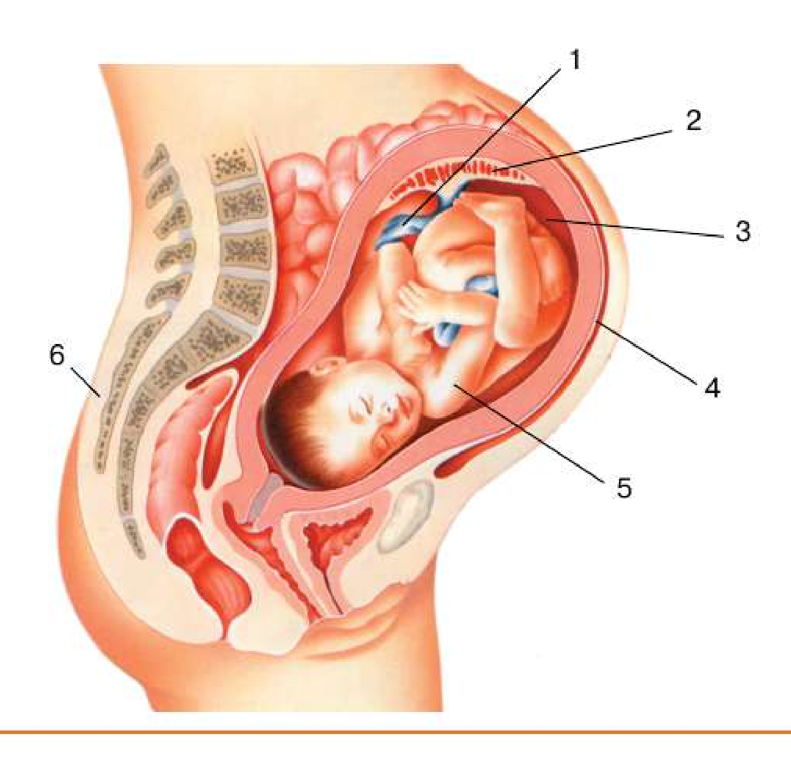


Рис. 171. Плод перед рождением: 1 — пупочный канатик; 2 — плацента; 3 — плодный пузырь; 4 — стенка матки; 5 — плод; 6 — крестец матери

В течение 2—3 дней после родов в молочных железах женщины вырабатывается молозиво. Затем начинает образовываться настоящее молоко, которое содержит все необходимые вещества для роста и развития ребёнка. В процессе родов участвует целый ряд гормонов, в частности окситоцин — гормон гипофиза, вызывающий сокращение мышечной стенки матки. Спустя несколько недель или месяцев после родов созревание яйцеклеток в яичниках женщины возобновляется, и женщина снова становится способна к зачатию ребёнка.

БИОГЕНЕТИЧЕСКИЙ ЗАКОН, ОНТОГЕНЕЗ, ФИЛОГЕНЕЗ; ПЛАЦЕНТА, ПУПОЧНЫЙ КАНАТИК (ПУПОВИНА), ЗАРОДЫШ, ПЛОД, БЕРЕМЕННОСТЬ, РОДОВЫЕ СХВАТКИ, ПЛОДНЫЕ ОБОЛОЧКИ, ПУПОК.

Вопросы

1. В чём суть биогенетического закона?
2. Какие факты подтверждают справедливость биогенетического закона?
3. Что такое плацента и какова её функция?
4. Какой режим необходим беременной?

Задания

Повторите § 54: 1) скажите, как происходит первый вдох ребёнка; 2) перечислите рефлексы новорождённых и грудных детей, помогающие им приспособиться к внешним условиям и помогавшие их животным предкам выжить.

§ 62. Наследственные и врождённые заболевания и заболевания, передаваемые половым путём

1. Чем наследственные болезни отличаются от врождённых?
2. Какие болезни относят к венерическим?
3. В чём опасность СПИДа?
4. Излечим ли сифилис?

Наследственные и врождённые заболевания. *Наследственные заболевания* связаны с нарушениями генетического аппарата зародышевых клеток. Если сперматозоид или яйцеклетка имеет какие-то дефекты, то при их слиянии образуется неполноценный зародыш. Развивающийся затем ребёнок будет иметь те или иные дефекты даже в случае, если условия развития зародыша благоприятны. К таким дефектам относятся разного рода уродства, слабоумие, трудно поддающиеся лечению нарушения обмена веществ, несвёртываемость крови (гемофилия) и ряд других болезней.

Врождённые заболевания связаны с нарушениями развития или повреждениями зародыша, происходящими во внутриутробный период. Наиболее опасными для развития зародыша являются первые три месяца беременности. В этот период плод особенно чувствителен к вирусным инфекциям, поскольку плаценты ещё нет. Она формируется к концу третьего месяца беременности. Например, такое почти безопасное для взрослых и детей заболевание, как краснуха, может привести к рождению ребёнка с пороком сердца, глухотой, умственной отста-

лостью, если его мать заболеет этой болезнью в начале беременности.

К врождённым заболеваниям относится и *алкогольный синдром плода*. У женщины, потребляющей алкоголь, особенно во время беременности, ребёнок может родиться с поражениями центральной нервной системы и различных органов. В тяжёлых случаях алкогольного синдрома плода в последующем выявляется умственная отсталость, в лёгких случаях наблюдается *расторможенность ребёнка*: несобранность, неспособность к систематической работе, нерациональная двигательная активность, низкий уровень произвольного внимания, а также очень плохая память.

Болезни, передающиеся половым путём. Болезни этой группы известны очень давно (раньше их называли венерическими болезнями). И если многие другие инфекционные болезни к настоящему времени побеждены, то число заболеваний, передающихся половым путём, возрастает. Известно несколько десятков такого рода заболеваний. К большинству венерических болезней иммунитет не образуется. Вылечившиеся люди могут заразиться снова. При этом болезнь будет протекать так же тяжело, как в первый раз.

СПИД, то есть синдром приобретённого иммунодефицита, вызывается *вирусом иммунодефицита человека* (*ВИЧ*). Этот вирус поражает один из видов лимфоцитов, которые обеспечивают формирование иммунитета. В результате организм теряет устойчивость даже к тем микроорганизмам, которые у здорового человека вообще не способны вызвать какое-либо заболевание.

Заражение вирусом иммунодефицита человека может происходить при половых контактах, а также через кровь при использовании, например, плохо стерилизованных шприцев, от больной матери к новорождённому.

Вирус *гепатита В* также передаётся при половых контактах и через кровь. Он вызывает тяжёлое поражение печени, желтуху и может стать угрозой для жизни. Появление тёмной мочи и обесцвеченного кала, жёлтого цвета белков глаз и кожи служит серьёзным поводом для обращения к врачу.

В отличие от других заболеваний, *сифилис* передаётся не только во время полового контакта, но и бытовым путём — через предметы совместного пользования. Возбудителем сифилиса является *бледная спирохета* (трепонема). Она может попасть в организм здорового человека через небольшие ссадины кожи, при использовании общей посуды, одежды, сигарет, при поцелуях.

Признаки болезни появляются через 3—4 недели после заражения. На месте внедрившейся инфекции образуется плотная ссадина или язва с блестящей мясисто-красной поверхностью и плотным основанием. Язва безболезненна и не вызывает никаких ощущений. Поэтому нередко заразившиеся сифилисом её вообще не замечают.

Через 3—4 недели язва исчезает, и болезнь переходит во вторую стадию: на коже появляется сыпь, повышается температура тела, снижается работоспособность, появляются головные боли и боли в костях. Причина этого — усиленное размножение бледной спирохеты, распространение её из участка внедрения по всему организму и отравление (интоксикация) его продуктами её жизнедеятельности.

Постепенно организм усиливает борьбу с возбудителем. Спирохеты исчезают из крови, но зато накапливаются в огромных количествах на отдельных участках тела, вызывая тяжёлые поражения тканей. Это соответствует третьей, заключительной стадии болезни: поражаются участки нервной ткани спинного и головного мозга, может «провалиться» нос, разрушаются внутренние органы, особенно печень. Из-за наличия очагов хронической инфекции в органах и тканях формируются многочисленные опухоли. У больных нарушается высшая нервная деятельность, ухудшается память и внимание.

В настоящее время сифилис излечивают, особенно на первой и второй его стадиях. Но лечение длительное и трудное для больного. На третьей стадии заболевание, как правило, слабо поддаётся лечению.

НАСЛЕДСТВЕННЫЕ БОЛЕЗНИ, ВРОЖДЁННЫЕ БОЛЕЗНИ, ВЕНЕРИЧЕСКИЕ БОЛЕЗНИ, ВИЧ, СПИД, ГЕПАТИТ В, СИФИЛИС, БЛЕДНАЯ СПИРОХЕТА (ТРЕПОНЕМА).

Вопросы

1. Каковы общие особенности заболеваний, передаваемых половым путём?
2. Что происходит при заражении здорового человека вирусом иммунодефицита человека?
3. В чём опасность заболевания СПИДом? Как вы считаете, можно ли заразиться ВИЧ от вирусоносителя, не имеющего признаков СПИДа?
4. Назовите нарушения, которые происходят в организме при сифилисе.
5. Какова профилактика заболеваний, передаваемых половым путём?

Задания

Создайте листовку о мерах профилактики СПИДа.

§ 63. Развитие ребёнка после рождения. Становление личности

1. **Как ухаживают за новорождённым и грудным ребёнком?**
2. **Что происходит при пубертате?**
3. **От чего зависит темперамент и характер?**
4. **Как человек вписывается в общество?**

Новорождённый и грудной ребёнок. В течение месяца после рождения ребёнок считается *новорождённым*. В это время происходит приспособление его к жизни вне организма матери. Через месяц после рождения и до года ребёнок считается *грудным*. В первый год жизни значительно увеличиваются длина и масса тела, усложняются движения. Ребёнок овладевает основами общения. Значительно повышается его устойчивость к неблагоприятным факторам. К году ребёнок способен самостоятельно ходить.

Развитие движений необходимо как для физического, так и для психического развития. Во время бодрствования ребёнка желательно класть на живот. При этом у ма-

лыша хорошо формируются естественные изгибы позвоночника, и он хорошо будет держать голову.

Молоко матери — лучший продукт для грудного младенца, но с возрастом потребности ребёнка расширяются. С 1,5—2 месяцев ребёнку дополнительно дают соки, а немного позже — тёртое яблоко и овощи. Для предупреждения рахита детям необходимы препараты кальция и витамин D.

Новорождённые и грудные дети не имеют стойкого иммунитета к инфекционным заболеваниям. Поэтому детей надо оберегать от контактов с больными людьми.

Детство. Особенностями человека, отличающими его от других млекопитающих, являются способность к речи, мышление и двигательная активность, необходимая для дальнейшей трудовой деятельности (гибкие и подвижные пальцы). Для развития всех этих функций очень важен период раннего детства. В это время ребёнок активно расширяет свой словарный запас, учится совершать точные движения, стремится к самостоятельному познанию мира. В процессе игры ребёнок подражает действиям взрослых. Если с ним мало занимаются, у него нет новых впечатлений, это может в дальнейшем привести к нарушению психического и физического развития ребёнка.

В течение дошкольного периода у ребёнка активно развивается мозг, формируются абстрактное мышление и внутренняя речь. Ребёнок начинает выделять себя из окружающей среды, стремится привлечь к себе внимание. В дошкольном возрасте развитие ребёнка и познание им мира часто происходит во время игры. Игра побуждает ребёнка к творчеству, способствует развитию воображения. Подвижные игры и занятия спортом совершенствуют двигательные способности.

Важнейшим событием в жизни ребёнка является поступление в школу. Если раньше основным видом деятельности ребёнка была игра, то теперь он должен организовывать свою жизнь в соответствии с требованиями школьной дисциплины. Учёба — это сложный труд, в процессе которого дети усваивают опыт, накопленный предыдущими поколениями, приобретают социальные навыки, развивают и совершенствуют свои способности.

Половое созревание (пубертат). С 9—11 лет у девочек и с 11—12 лет у мальчиков начинают изменяться пропорции тела и появляются вторичные половые признаки. Это типичное для мужского и женского тела оволосение, изменение голоса (значительно заметнее — у мальчиков). У юношей более интенсивно развивается плечевой пояс. У девушек развивается тазовый пояс и увеличиваются молочные железы. У мальчиков в ходе полового созревания молочные железы могут слегка увеличиваться и болеть. Но это явление временное и лечения не требует.

В 12—14 лет у девочек приходят первые менструации. Это признак того, что в половых железах начинают созревать яйцеклетки. Первое время менструации нерегулярны, но затем менструальный цикл делается устойчивым и обретает свойственную данному организму продолжительность.

Объём выделений из матки при нормальной менструации за весь её период примерно 50 $см^3$. Это кровь, смешанная с секретом желёз, расположенных в слизистой оболочке. Важно знать, что в норме менструальные выделения не свёртываются и появление сгустков крови — повод для обращения к врачу.

Поллюции — признак полового созревания у юношей. Поллюции начинаются примерно с 15 лет и свидетельствуют о появлении зрелых сперматозоидов, способных оплодотворить яйцеклетку. Накапливаясь, они время от времени удаляются из организма в составе семенной жидкости. Это нормальное физиологическое явление.

Темперамент. Ещё древнегреческим врачом и философом Гиппократом (ок. 460 — ок. 370 до н. э.) люди были разделены по темпераменту на четыре типа: *меланхолики, холерики, сангвиники* и *флегматики*. Темперамент — врождённая особенность человека.

Человек с меланхолическим темпераментом обладает слабой, легкоранимой высшей нервной деятельностью, способной выдерживать лишь небольшое напряжение. Тем не менее среди меланхоликов встречаются такие незаурядные личности, как французский философ Рене

Декарт, английский естествоиспытатель Чарлз Дарвин, русский писатель Николай Васильевич Гоголь, польский композитор Фридерик Шопен. Они сумели преодолеть недостатки своего темперамента и использовать его преимущества: высокую чувствительность нервной системы, тонкую реакцию на малейшие оттенки чувств, глубокие и сильные эмоциональные переживания, отличающиеся большой устойчивостью.

Известно, что два основных процесса определяют поведение человека — возбуждение и торможение. У холериков преобладает один из этих процессов — возбуждение и слаб второй процесс — торможение. Люди этого темперамента обладают сильной нервной системой. Они способны преодолевать значительные трудности, но плохо сдерживают себя, легко «взрываются». Однако это, к примеру, не только не помешало Александру Васильевичу Суворову стать знаменитым полководцем, но и помогло.

Сангвиники и флегматики обладают сильной и уравновешенной нервной системой. У них сильны процессы и возбуждения, и торможения. Разница — в подвижности процессов: у сангвиника возбуждение легко сменяется торможением, у флегматика эта смена происходит труднее.

Сангвиник — человек уравновешенный в своих чувствах и действиях, живой, подвижный, легко приспосабливающийся к обстоятельствам. Однако чувства его не столь глубоки, как у меланхолика. Такой темперамент имели Александр Иванович Герцен, немецкий композитор Вольфганг Амадей Моцарт.

Флегматики — обычно спокойные люди, их трудно вывести из себя. У них невыразительная мимика, замедлено переключение с одного вида деятельности на другой. Настроение у них обычно ровное. Флегматическим темпераментом обладали полководец Михаил Илларионович Кутузов и баснописец Иван Андреевич Крылов.

Наряду с делением людей по темпераменту можно различать их и по *типу психической деятельности*. Иван Петрович Павлов выделил три таких типа: *художественный*, *мыслительный* и *смешанный*.

Люди художественного типа воспринимают предметы в целом, они мыслят образно. Люди мыслительного типа склонны к анализу, словесному описанию, логическому сопоставлению. Однако у многих людей эти склонности выражены примерно одинаково — такие люди относятся к смешанному типу.

Характер — это совокупность устойчивых черт личности, которые складываются в процессе воспитания, деятельности, общения с людьми и обусловливают типичное для данного человека поведение. Зная характер человека, можно в какой-то степени предвидеть его поступки. Если темперамент является врождённым свойством человека, то характер вырабатывается в процессе жизни путём усиления одних и ослабления других врождённых свойств.

По отношению к другим людям и окружающей обстановке одни люди как бы открыты, нацелены на общение, другие — замкнуты, погружены в себя. Первых называют *экстравертами*, вторых — *интровертами*.

В процессе общения человека с другими людьми у него складывается отношение к самому себе, в первую очередь — *самооценка*. Важно, чтобы между самооценкой и оценкой человека другими людьми, а также его объективными возможностями не было больших различий. В зависимости от достигнутого положения в коллективе и обществе, от удач и неудач в общении или в работе у человека могут развиваться такие черты характера, как скромность или самовлюблённость, самоуверенность или неуверенность в себе, высокомерие или снисходительность.

Важными для каждого человека являются *волевые качества*: способность довести задуманное до конца, умение противостоять трудностям. Сильная, но неразвитая воля может проявлять себя и отрицательно: человек настаивает на своём вопреки обстоятельствам, не учитывая мнения других людей или просто вопреки здравому смыслу. Это называется упрямством. К сожалению, такие детские черты могут встречаться в характере и некоторых взрослых, полноценных во всех других отношениях людей. Упрямство мешает жить и самому такому человеку, и окружающим.

Индивид и личность. Словом «индивид» обозначают отдельного человека со всеми его физическими и психическими особенностями. Чем более ярким индивидом является человек, тем больше он выделяется из среды других людей своеобразием и неповторимостью.

Личность — это человек как член общества, обладающий системой уникальных черт, которые определяют свойственный данному человеку ход мыслей и поведения, его отношение к окружающим. Личностью человек становится не сразу, а в ходе общения с другими людьми — разными по возрасту, общественному положению, профессии, индивидуальным качествам.

Человек вписывается в общественную группу так. Вначале он приспосабливается к её порядку (адаптируется), потом пытается внести нечто своё в жизнь группы, проявляет свою индивидуальность. Если это получается, роль человека в группе возрастает, и он становится её постоянным членом, а то и лидером. Не всегда личность проходит все эти стадии, но порядок их прохождения обычно такой. В разных группах один и тот же человек может занимать разное положение.

РЕБЁНОК НОВОРОЖДЁННЫЙ И ГРУДНОЙ, ПУБЕРТАТ, ИНДИВИД И ЛИЧНОСТЬ, ТЕМПЕРАМЕНТ И ХАРАКТЕР, ЭКСТРАВЕРТЫ И ИНТРОВЕРТЫ, САМООЦЕНКА.

Вопросы

1. Как изменяются потребности малыша с возрастом?
2. Какие изменения происходят с юношами и девушками в пубертате?
3. Какие типы темперамента вам известны?
4. Какие бывают характеры?
5. В чём разница понятий «индивид» и «личность»?
6. Какие этапы проходит человек, входя в какую-либо общность людей?

Задания

1. Перечислите основные этапы развития человека после рождения.
2. Назовите особенности новорождённого, которые необходимо учитывать при уходе за ним.



Рис. 172. Художник Х. Бидструп нарисовал представителей четырёх темпераментов. Рассмотрите рисунки и выполните задание 3

3. На рисунке 172 датским художником Херлуфом Бидструпом изображены сангвиник, холерик, флегматик и меланхолик, реагирующие на одну и ту же ситуацию — смятую шляпу. Используя описания этих темпераментов в тексте § 63, определите, к какому типу темперамента относятся действия человека в каждом из этих случаев.

4. Попробуйте оценить какие-либо черты собственного характера.

§ 64. Интересы, склонности, способности

1. **Чем интерес отличается от склонности?**
2. **Обладают ли люди способностями от рождения?**
3. **Как найти своё призвание?**

Интерес. Каждый по своему опыту знает, что не ко всем событиям мы относимся с равным вниманием. Одни нас привлекают, другие оставляют равнодушными. Одних людей больше интересует политика, других — спорт, третьих — компьютеры, четвёртых — кино.

Интерес — это форма проявления познавательной потребности. Она выражается в направленности внимания на получение информации в определённой области. При этом информация вызывает положительные эмоции. Но как всякая потребность, она на некоторое время угасает после получения очередных сведений, но затем вспыхивает вновь. Интерес может быть непосредственный, когда занимаются любимым делом, но может быть и опосредованным. Представьте, что надо прочитать сообщение на иностранном языке и волей-неволей приходится учить его. Интерес к языку в этом примере опосредованный.

Склонность — это пристрастие к занятиям определёнными видами деятельности. Можно иметь склонность к вышиванию, игре на флейте, чтению. Идеально, когда интересы и склонности совпадают.

Способности. Индивидуальные физиологические и психологические особенности человека, являющиеся условием успешного выполнения той или иной деятельности, называют способностями. Мало иметь склонность к какой-либо деятельности, нужны и способности. Они основаны на природных задатках, которые можно развить в результате систематических упражнений.

Поясним примером. Предположим, что у человека от рождения большие кисти рук, длинные пальцы, крепкие суставы, хорошая их подвижность, отличные музыкальный слух и чувство ритма. Всё это — наследственные *задатки*, идеальные для обучения игре на фортепиано.

Но задатки так и останутся задатками, если они не будут востребованы. Способному человеку потребуется меньшее время на овладение профессией, он скорее достигнет мастерства в своём деле, но без работы его способности не проявятся и угаснут, так и не развившись.

Обычно способности и склонности совпадают. Но бывает и так: человек имеет все задатки для того, чтобы стать хорошим пианистом, но вот желания посвятить себя музыке у него нет. Следовательно, его задатки и его склонности не совпадают. Поэтому, прежде чем выбрать профессию, подумайте, нравится ли вам дело, которым вы собираетесь заниматься, и если да, то есть ли у вас способности, чтобы заниматься им успешно.

ИНТЕРЕСЫ: НЕПОСРЕДСТВЕННЫЕ, ОПОСРЕДОВАННЫЕ, СКЛОННОСТИ, СПОСОБНОСТИ, НАСЛЕДСТВЕННЫЕ ЗАДАТКИ.

Вопросы

1. Как соотносятся интересы и склонности?
2. Как развиваются способности?

Задания

Укажите, какая связь существует между наследственными задатками и трудовой деятельностью человека.

Основные положения главы 15

При половом размножении новый организм получает наследственную информацию от обоих родителей. Будучи похожим на них, он обладает собственной уникальной комбинацией генетического материала. Это может оказаться очень удачно для выживания в изменяющихся условиях существования.

Мужские половые органы — это семенники, семявыносящие протоки и дополнительные половые железы

(простата и др.). Женские половые органы — яичники, маточные трубы, матка, влагалище.

Развитие организма начинается с оплодотворения яйцеклетки сперматозоидом. От матери и отца дочерний организм получает по 23 хромосомы, их становится 46. Пол определяется половыми хромосомами. Женский организм имеет XX-хромосомы, мужской — XY-хромосомы.

Программа индивидуального развития определяется историческим развитием вида, к которому принадлежит особь (закон Геккеля — Мюллера: «В онтогенезе повторяется филогенез»). Однако проявление закона не является полным, так как органы развиваются неравномерно и у зародыша возникают приспособления к условиям внутриутробной жизни, в которых он находится.

Оплодотворение происходит в маточных трубах. В матку попадает многоклеточный зародыш, снабжённый внешней оболочкой с ворсинками. Он внедряется в стенку матки и из неё получает питательные вещества. С развитием плаценты зародыш становится плодом. Его кровеносная система изолирована от кровеносной системы матери. После созревания плода происходят роды.

Неоплодотворённое яйцо удаляется вместе с кровью и слизистой матки (менструация).

Развитие ребёнка после рождения происходит как в физиологическом, так и в социальном плане. Ребёнок овладевает речью и приобщается к социальным условиям среды.

В подростковом возрасте происходит формирование вторичных половых признаков. Начинаются менструации и поллюции. Они свидетельствуют о достижении физиологической зрелости. Социальная зрелость наступает позже. Врождённые качества человека определяются темпераментом, приобретённые формируются по мере выработки характера, наиболее устойчивых черт личности, влияющих на его поведение.

В процессе развития у человека формируются интересы и склонности. Интересы сказываются на выборе информации, склонности — на выборе вида деятельности. Способности человека часто совпадают с его склонностями. Человек наследует лишь задатки, предпосылки развития, способности же формируются в процессе деятельности. Правильная оценка возможностей, предоставляемых обществом, и своих способностей — путь к успеху.



ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

А

Б

В

Г

Д

К

П

Р

С

Т

У

Ф